



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS DE PALMAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO
REGIONAL

JULIANA MARIANO ALVES

**CIBERNÉTICA ORGANIZACIONAL PARA O DIAGNÓSTICO
E O *DESIGN* DA GOVERNANÇA MULTINÍVEL DOS
RECURSOS HÍDRICOS**

Palmas/TO
2022

JULIANA MARIANO ALVES

**CIBERNÉTICA ORGANIZACIONAL PARA O DIAGNÓSTICO
E O *DESIGN* DA GOVERNANÇA MULTINÍVEL DOS
RECURSOS HÍDRICOS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional. Foi avaliada para obtenção do título de Doutora em Desenvolvimento Regional e aprovada em sua forma final pelo orientador e pela Banca Examinadora.

Orientador: Dr. Fernán Enrique Vergara Figueroa
Co-orientador: Dr. Markus Schwaninger

Palmas/TO
2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

- A474c Alves, Juliana Mariano.
Cibemética organizacional para o diagnóstico e o design da governança multinível dos recursos hídricos. / Juliana Mariano Alves. – Palmas, TO, 2022.
280 f.
- Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Palmas - Curso de Pós-Graduação (Doutorado) em Desenvolvimento Regional, 2022.
Orientador: Fernán Enrique Vergara Figueroa
Coorientador: Markus Schwaninger
1. Cibemética organizacional. 2. Sistemas adaptativos complexos. 3. Organizações de bacias hidrográficas. 4. Desenvolvimento regional. I. Título
- CDD 338.9**

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

JULIANA MARIANO ALVES

**CIBERNÉTICA ORGANIZACIONAL PARA O DIAGNÓSTICO E O
DESIGN DA GOVERNANÇA MULTINÍVEL DOS RECURSOS
HÍDRICOS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Desenvolvimento Regional da Universidade Federal do
Tocantins para obtenção do título de Doutora.
Orientador: Prof. Dr. Fernán Enrique Vergara Figueroa

Aprovada em 18/04/2022.

BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. Fernán Enrique Vergara Figueroa (Orientador) - UFT



Prof. Dra. Ana Lucia de Medeiros - UFT



Prof. Dr. Waldecy Rodrigues - UFT



Prof. Dr. Oscar de Moraes Cordeiro Netto – UNB



Prof. Dr. Sandro Luis Schlindwein - UFSC

Palmas, 2022

Para Fred, Otto, Munir e Linda, com todo meu amor.

Aqueles picos, cimos, vertentes, bosques marrons, verdes ou avermelhados, quedavam-se no meio do tempo, silenciosos, envoltos pelo tempo dessa terra no seu fluxo calmo, ora resplandecentes no profundo azul do céu, ora escondidos pelas brumas, ora abrasados, nas suas regiões mais altas, pelo clarão rubro do sol poente, ora cintilado num brilho duro de diamantes sob o feitiço de uma noite de luar – mas sempre cobertos de neve.

Thomas Mann, A Montanha Mágica

AGRADECIMENTOS

Inicialmente, agradeço a todos que foram generosos comigo. Sem o apoio de mentores, amigos, colegas e minha família nada teria sido possível.

À Universidade Estadual do Tocantins (UNITINS) agradeço pelo apoio concedido, especialmente ao Magnífico Reitor Prof. Ms Augusto de Rezende Campos pelo empenho para efetivação da minha missão internacional na UNISG.

Ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional da Universidade Federal do Tocantins (PGDR/UFT) agradeço pela oportunidade de concluir importante etapa da carreira acadêmica. Ao Prof. Dr. Fernán Vergara, meu respeito e agradecimentos pela autonomia concedida para concepção e desenvolvimento do trabalho de tese. Aos professores do PGDR/UFT meu respeito e agradecimentos, em especial ao Prof. Dr. Waldecy Rodrigues e à Profa. Dra. Ana Lúcia Medeiros por aceitarem participar da banca.

Agradeço aos presidentes do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH) e do Comitê de Bacia Hidrográfica Rio Formoso (CBHRF), Sra. Miyuki Hyashida e Prof. Dr. Jair da Costa Filho, respectivamente, por aceitarem a participar da pesquisa. Não obstante, por compartilhar informações, esclarecer dúvidas e pelo apoio na articulação das partes interessadas na pesquisa, agradeço ao Ms. Aldo Azevedo, ao Dr. Thiago Bandeira, à Esp. Maria Gorete Cordeiro.

Meus agradecimentos ao Prof. Dr. Sandro Schlindwein pelas conversas profícuas sobre o pensamento e a prática sistêmica e por aceitar fazer parte da banca.

Agradeço pelos estímulos certos, pelas palavras de confiança e pelos exemplos de compromisso à Profa. Ms Maria José Esteves de Vasconcellos, à Profa. Dra. Carmen Belderrain, à Profa. Dra. Michelle Bonatti, à Prof. Ms. Janaina Senen, ao Prof. Dr. Dante Pinheiro Martinelli, ao Prof. Dr. Alejandro Ochoa, ao Prof. Dr. Alfredo Celso Fantini, ao Prof. Dr. Luiz Renato D'Agostini, ao Prof. Ms. Eduardo Quirino, ao Prof. Dr. Paulo Adler.

Agradeço à Profa. Dra. Yvette Sanches por me receber no Centro Latino Americano Suíço (CLS). À Sra. Susanne Hoare-Widmer do *Institute for Management and Strategy* (IfB), por todo apoio para a formalização da minha atuação na Universidade de St. Gallen. Também agradeço pelo apoio dos amigos que conheci por meio do CLS Elida, Letícia, Marcelo, Nadir, Omid, Rocío, Sandra e Sarah. Todos, de alguma forma, me inspiraram durante a jornada acadêmica.

Expresso minha profunda gratidão ao Prof. Dr. Markus Schwaninger pelo apoio, por todas as oportunidades e por cada lição sobre Cibernética Organizacional e *Viable System Model*.

Num nível mais pessoal agradeço à Katharina pela generosidade e afeto, pela fortaleza que é sua companhia. Ao Josef por sua presença e amizade. À Frau Jenny pelas horas de conversas e caminhadas ao ar livre. Ao Stefan pelos treinos de natação que compartilhamos na equipe da UNISG.

Agradeço ao meu pai Nilton por me desafiar a ficar mais forte. À minha mãe Iolanda por me lembrar de ser paciente. Às minhas irmãs Daniela e Geanne minha gratidão pelos exemplos de coragem. À pequena Linda por seu exemplo de resiliência.

Ao Fred agradeço por todas as horas, pelas discussões sobre o desenvolvimento da pesquisa, por ler em voz alta cada trecho que parecia confuso, por estar ao meu lado nos momentos mais difíceis. Aos nossos filhos Otto e Munir por me ensinarem que o exemplo ensina mais que as palavras. Vocês são os amores da minha vida!

RESUMO

Apesar dos numerosos esforços para promover e implementar abordagens mais integradas, os problemas da governança multinível persistem e comprometem a sustentabilidade dos recursos hídricos. Este trabalho de pesquisa apresenta uma abordagem para orientar o diagnóstico e o *design* de sistemas adaptativos complexos. Uma avaliação sensível ao contexto da governança da água em vários níveis. Combinado com as especificações de um processo de gerenciamento para mudanças, preenche as lacunas, teórica e metodológica, observadas entre as formas centralizadas e hierárquicas de gerenciamento de recursos hídricos; e a urgente demanda por estruturas distribuídas recursivamente, que utilizam a coordenação vertical e horizontal como um mecanismo de alinhamento primário, própria para lidar com a complexidade ambiental inerente às Organizações de Bacias Hidrográficas (OBHs). A abordagem visa tratar desafios identificados na aplicação do *framework* institucional formal da Gestão Integrada de Recursos Hídricos (GIRH) e na prática da governança das águas, aliando as tradições positivista e interpretativista para o diagnóstico, *design* e análise do Modelo de Sistema Viável (VSM) na Bacia Hidrográfica Rio Formoso. O foco está nos processos de implementação do *framework* institucional formal da GIRH em escala regional e local e sua incorporação em um sistema de governança da água em vários níveis e em um contexto ambiental e social mais amplo. Estratégias coerentes à representação formalizada sobre a situação atual da governança das águas foi proposta com base em uma ampla revisão de literatura e estudo exploratório da Bacia Hidrográfica Rio Formoso (BHRF). A estrutura conceitual e metodológica possibilitou a identificação de uma série de fatores que se espera ser importantes para a compreensão do desempenho da governança ambiental e das OBHs. A estrutura, oferece uma abordagem cibernética para analisar o fenômeno complexo e multifacetado por meio da coordenação horizontal e vertical da governança multinível. Os resultados possibilitaram a identificação de múltiplos caminhos que podem levar a uma melhoria ou a um declínio da viabilidade das OBHs.

Palavras-chaves: cibernética organizacional; sistemas adaptativos complexos; organizações de bacias hidrográficas; governança das águas; desenvolvimento regional.

ABSTRACT

Despite numerous efforts to promote and implement more integrated approaches, problems of multi-level governance persist and compromise the sustainability of water resources in Brazil. This research presents an approach to guide the diagnosis and design of complex adaptive systems: a context-sensitive assessment of water governance at various levels. Combined with the specifications of a management process change, it fills the theoretical and methodological gaps observed between centralized and hierarchical forms of water resources management. It also addresses the urgent demand for recursively distributed structures, which use vertical and horizontal coordination as a primary alignment mechanism, suitable for dealing with the environmental complexity inherent to River Basin Organizations (RBOs). The approach aims to address challenges identified in the application of the formal institutional framework of Integrated Water Resources Management (IWRM) and in the practice of water governance, combining the positivist and interpretivist traditions for the diagnosis, design and analysis of the Viable System Model (VSM) in the Formoso River Basin. The focus is on the processes of implementing the formal institutional framework of IWRM at a regional and local scale and its incorporation into a multi-level water governance system in a broader environmental and social context. Strategies consistent with the formalized representation of the current situation of water governance were proposed based on an extensive literature review and exploratory study of the Formoso River Basin (BHRF). The emerged conceptual and methodological framework served to the identification of a series of factors considered relevant for understanding the performance of environmental governance and RBOs. The framework offers a cybernetic approach to analyzing the complex and multifaceted phenomenon through the horizontal and vertical coordination of multi-level governance. The results include the identification of multiple paths that can lead to an improvement or a decline in the viability of RBOs.

Keywords: organizational cybernetics; complex adaptive systems; river basin organizations; water governance; regional development.

LISTA DE SIGLAS

ABC	Agência Brasileira de Cooperação
ACP	Ação Civil Pública
AgB	Agência de Bacia Hidrográfica
ANA	Agência Nacional das Águas e Saneamento
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
APROSOJA	Associação Tocantinense dos Produtores de Soja e Milho
ATS	Agência Tocantinense de Saneamento
BHO	Base Hidrográfica Ottocodificada
BIRD	Banco Internacional para o Desenvolvimento
CBHRF	Comitê de Bacia Hidrográfica Rio Formoso
CCA	Conselho de Cooperação Amazônica
CEHIDRO	Conselho Estadual de Recursos Hídrico do Mato Grosso
CERH/PA	Conselho Estadual dos Recursos Hídricos do Pará
CERH/TO	Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Tocantins
CGE	Controladoria Geral do Estado
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
Cnumad	Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento
Codevasf	Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba
COEMA	Conselho Estadual de Meio Ambiente
CTPA	Câmara Técnica de Planejamento e Articulação
DIRF	Distrito de Irrigação Rio Formoso
DNPVN	Departamento Nacional de Portos e Vias Navegáveis
Emsa	Empresa Sul-Americana de Montagens
FERH/TO	Fundo Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Tocantins
GIRH	Gestão Integrada de Recursos Hídricos
IAC	Instituto de Atenção às Cidades
IBDF	Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPCC	Painel Intergovernamental sobre Alterações Climáticas
ISH-U	Índice de Segurança Hídrica Urbano
LA	Licenciamento Ambiental
MDR	Ministério do Desenvolvimento Regional
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MRE	Ministério das Relações Exteriores
Naturatins	Instituto Natureza do Tocantins
OBH	Organização de Bacia Hidrográfica
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
OTCA	Organização do Tratado de Cooperação Amazônica
PBH	Plano de Bacia Hidrográfica
PBHI	Plano de Bacia Hidrográfica de Rios Interfederativos
PBHRF	Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Formoso
PDRS	Projeto de Desenvolvimento Regional Sustentável
PEI/TO	Plano Estadual de Irrigação do Tocantins
PEMA	Política Estadual de Meio Ambiente
PeRH	Plano Estadual de Recursos Hídricos
PNRH	Plano Nacional de Recursos Hídricos
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
Prodiat	Projeto de Desenvolvimento Integrado da Bacia do Araguaia/Tocantins
RHA	Rede Hidrológica Amazônica
Ruraltins	Instituto de Desenvolvimento Rural do Tocantins

SEGRH	Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SEMA/MA	Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Naturais
SEMA/MT	Secretaria de Estado de Meio Ambiente do Mato Grosso
SEMA/PA	Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade
SEMARH	Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Tocantins
SNGRH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SNSH	Secretaria Nacional de Segurança Hídrica
SSM	<i>Soft System Methodology</i>
TAC	Termo de Ajuste de Conduta
UFT	Universidade Federal do Tocantins
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
UNISG	<i>University of St. Gallen</i>
UNU-ECLAC	<i>United Nations Economic Commission for Latin America and the Caribbean</i>
VSM	<i>Viable System Model</i>
ZEE	Zoneamento Ecológico-Econômico

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Instrumentos do sistema 4 considerando o ambiente mais amplo e o futuro desconhecido.....	91
Tabela 2	Origens e características das organizações recursivas segundo Schwaninger.....	97
Tabela 3	Consequências da ausência de funções do sistema.....	101
Tabela 4	População e densidade populacional dos municípios que compõem a Bacia Hidrográfica Rio Formoso – 2010.....	131
Tabela 5	PIB per capita (2018), Índice de Desenvolvimento Humano (2010) e Índice de Gini (2010) dos municípios que compõem a BHRF.....	132
Tabela 6	Síntese da segurança hídrica do abastecimento urbano na BHRF – 2021.....	147
Tabela 7	Comitê de Bacias Hidrográficas instituídos no Tocantins.....	160
Tabela 8	Valores de cobrança pelo uso da água na BHRF, homologados em 2015 pelo CBHRF e CERH.....	190
Tabela 9	Principais lacunas de governança em vários níveis na formulação de políticas hídricas dos países da América Latina – 2012.....	219
Tabela 10	Do diagnóstico às diretrizes para o <i>design</i> da gestão operacional....	229
Tabela 11	Do diagnóstico e às diretrizes para o <i>design</i> da governança estratégica.....	230
Tabela 12	Do diagnóstico e às diretrizes para o <i>design</i> da governança normativa.....	231

LISTA DE BOX

Box 1	Competências Legais do CERH.....	156
Box 2	Sistema Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (SEGRH).....	157
Box 3	Missão, Propósito, Valores e Competências da SEMARH.....	157
Box 4	Competências da DPGRH.....	158
Box 5	Competências dos Comitês de Bacias Hidrográficas.....	159
Box 6	Principais atribuições técnicas das Agência de Água.....	161
Box 7	A transferência de direitos à água entre setores na China.....	243

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Matriz de Níveis de Recursão-Fatores Críticos.....	173
Quadro 2	Ranking médio e desvios-padrão dos resultados na escala Likert.....	225
Quadro 3	Problemas adicionais para precificação dos usos da água.....	241
Quadro 4	Avaliação da validade e confiabilidade da pesquisa.....	246

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Estrutura da tese.....	23
Figura 2	<i>Framework</i> conceitual da GIRH.....	26
Figura 3	Mecanismos de atenuação e amplificação da variedade.....	34
Figura 4	O Espaço Ashby.....	36
Figura 5	Estrutura do referencial teórico e metodológico.....	41
Figura 6	Mudanças na governança desde os anos 1980.....	44
Figura 7	Mapeamento do <i>framework</i> institucional formal da gestão dos recursos hídricos no Brasil hídricos.....	47
Figura 8	Linha do tempo da implementação e revisão do PNRH 2006.....	49
Figura 9	Evolução das OBHs na escala espacial e de temas ao longo do tempo.....	58
Figura 10	<i>Framework</i> organizacional da OBH em vários níveis.....	59
Figura 11	Cadeia causal de eficácia da OBH.....	61
Figura 12	Instâncias <i>hard</i> e <i>soft</i> do pensamento sistêmico.....	67
Figura 13	Axiomas da teoria dos sistemas.....	68
Figura 14	Teoria de sistemas e os principais campos da ciência.....	69
Figura 15	Nuvem de palavras incluídas em títulos, palavras-chave e resumos de 7 artigos na Science China Earth Sciences Vol 58 Issue 1 (2015) e Cheng e o artigo de Li em Vol 58 Issue 7.....	70
Figura 16	Modelo de Sistema Viável (VSM).....	81
Figura 17	Elementos e estrutura do sistema 1.....	83
Figura 18	Elementos do sistema 2.....	86
Figura 19	Os três canais do sistema 3 para seus sistemas 1.....	89
Figura 20	Sistema 3* conectado ao sistema 3 para a operação do sistema 1..	90
Figura 21	Processos centrais do sistema 4.....	92
Figura 22	Canal Algedônico.....	94
Figura 23	Elementos dos canais de comunicação do VSM.....	95
Figura 24	O conceito de recursão é multidimensional.....	98
Figura 25	Disfuncionalidade comumente encontrada em sistemas organizacionais: ausência dos sistemas 2 e 3.....	102
Figura 26	Processo de pesquisa.....	107
Figura 27	A estrutura e o processo metodológico do estudo de caso da BHRF.....	109
Figura 28	Matriz de Níveis de Recursão – Fatores Críticos.....	114
Figura 29	Coerência entre os Sistema 5s de diferentes níveis de recursão.....	116
Figura 30	Mapa de localização das bacias hidrográficas dos Rios Javés e Formoso e das sedes municipais inseridas em seus limites.....	123
Figura 31	Mapa da divisão da bacia Hidrográfica do rio Formoso em sub-bacias.....	124
Figura 32	Participação territorial percentual de cada município que compõe a bacia hidrográfica do rio Formoso.....	126
Figura 33	Mapa de cobertura e uso do solo da bacia hidrográfica do rio Formoso -2015.....	128
Figura 34	Curva de Lorenz do Produto Interno Bruto, do valor adicionado bruto da Agropecuária, da Indústria e dos Serviços da BHRF – 2018.....	133

Figura 35	Balanço hídrico da bacia do Rio Formoso – 2011.....	135
Figura 36	Comprometimento da vazão outorgável nas sub-bacias estudadas, no mês de setembro, considerado crítico, juntamente com o mês de agosto – 2007.....	136
Figura 37	Comprometimento da disponibilidade hídrica em percentagem no mês de setembro, considerando a situação tendencial para os cenários futuro (2015, 2025, 2035) e otimista (2035).....	137
Figura 38	Localização espacial dos cadastros de usuários de recursos hídricos – 2007.....	139
Figura 39	Cenários do Plano Estadual dos Recursos Hídricos (2011).....	141
Figura 40	Linha do Tempo considerando os marcos do setor de saneamento no estado do Tocantins.....	143
Figura 41	Índice de cobertura de abastecimento urbano na BHRF – 2007....	145
Figura 42	Abastecimento urbano por tipo de manancial na BHRF – 2007.....	146
Figura 43	Polos Nacionais de Agricultura Irrigada.....	150
Figura 44	Estrutura da gestão de recursos hídricos no Brasil e Tocantins.....	155
Figura 45	Tipologias das metas do Progestão.....	162
Figura 46	Investimento anual do Progestão no estado do Tocantins – 2014-2020.....	163
Figura 47	Áreas de aplicação dos recursos investidos pelo Progestão no Tocantins –2014-2020.....	167
Figura 48	Níveis recursivos do sistema hídrico sul-americano.....	170
Figura 49	Mapa do níveis recursivos do sistema hídrico em estudo.....	171
Figura 50	Mapeamento da situação atual da governança dos recursos hídricos da BHRF.....	179
Figura 51	Mecanismos atenuadores e amplificadores da complexidade da GIRH.....	182
Figura 52	Variedade residual.....	183
Figura 53	A variedade operacional comparada com a variedade ambiental...	185
Figura 54	Homeostato da demanda e disponibilidade hídrica.....	186
Figura 55	Disfuncionalidades encontradas no S2.....	192
Figura 56	Restrições à intenção de S2 de coordenar S1 de forma eficiente...	193
Figura 57	Sistema básico de gerenciamento em bacias hidrográficas brasileiras.....	196
Figura 58	Distribuição dos segmentos da sociedade civil representados no CBHRF.....	198
Figura 59	Desequilíbrio das variedades entre S1 e S3.....	200
Figura 60	Relação entre os instrumentos da GIRH.....	203
Figura 61	Homeostato de normas de utilização e conformidade de uso.....	204
Figura 62	Disfunções referentes ao tamanho do meta-sistema operacional de uma organização.....	207
Figura 63	Homeostato da inovação e adaptação institucional.....	210
Figura 64	Homeostato da transparência e prestação de contas.....	214
Figura 65	Coordenação vertical entre os níveis de governo na América Latina.....	220
Figura 66	Obstáculos à coordenação vertical da política de recursos hídricos do ponto de vista dos estados.....	221
Figura 67	Avaliação da coordenação vertical e horizontal da GIRH na BHRF.....	224

Figura 68	Representação esquemática dos principais processos operacionais para processar a demanda de água para usos múltiplos na BHRF.....	228
Figura 69	Proposta de design para um Modelo de Sistema Viável em OBHs.	232
Figura 70	Do mapeamento da situação atual a proposta de <i>design</i> para a governança dos recursos hídricos na BHRF.....	233
Figura 71	Modelo descritivo de mudança institucional.....	236

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	19
CAPÍTULO I.....	21
1 INTRODUÇÃO	21
1.1 OBJETIVOS DA PESQUISA.....	23
1.1.1 Objetivo Geral.....	23
1.1.2 Objetivos específicos	23
1.2 CONTRIBUIÇÃO TEÓRICA E PRÁTICA DA PESQUISA.....	23
1.3 ESTRUTURA DA PESQUISA	24
CAPÍTULO II.....	26
2 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA	26
2.1 A LACUNA A SER PREENCHIDA.....	29
2.2 QUESTÕES DA PESQUISA	31
2.3 PRESSUPOSTOS, LIMITAÇÕES E DELIMITAÇÃO DA PESQUISA.....	32
2.3.1 Pressupostos da pesquisa	32
2.3.1.1 Gerenciar a complexidade é questão central para a governança dos recursos hídricos	33
2.3.1.2 Se alguém quer se organizar para a sustentabilidade, é preciso se organizar para viabilidade	36
2.3.1.3 Mecanismos de medição de <i>feedback</i> funcionam como pilares para a governança de bacias hidrográficas.....	38
2.3.2 Limitações da pesquisa	39
2.3.3 Delimitação da pesquisa	39
CAPÍTULO III.....	41
3. REFERENCIAL TEÓRICO E METODOLÓGICO.....	41
3.1 REFERENCIAL TEÓRICO DA PESQUISA.....	43
3.1.1 Sobre reformas institucionais e governança dos recursos hídricos	43
3.1.2 Teoria neoinstitucional e mudanças institucionais: conceitos-chave	51
3.1.2.1 O conceito de Organizações de Bacias Hidrográficas (OBHs): a fusão entre o institucionalismo e a governança dos recursos hídricos	56
3.1.3 Dinâmica dos regimes de governança como processos de aprendizagem em Sistemas Adaptativos Complexos (CAS).....	62
3.1.3.2. <i>Systems Thinking</i> para gestão e governança dos recursos hídricos	63
3.1.3.1 Teoria de sistemas e <i>systems thinking</i> : fundamentos para compreensão de sistemas	66
3.1.4 Cibernética Organizacional: uma teoria para entender e manejar os CAS	72
3.1.4.1 Aprendizagem e adaptação: uma visão cibernética da auto-organização dos CAS	74
3.2 REFERENCIAL METODOLÓGICO DA PESQUISA.....	77
3.2.1 Do <i>status</i> paradigmático da pesquisa.....	77
3.2.2.1 Sobre modelos, modelagem e a originalidade da pesquisa	78
3.2.2 <i>Viable System Model</i> (VSM)	80
3.2.2.1 Sistema 1 (S1)	82

3.2.2.2 Sistema 2 (S2)	85
3.2.2.3 Sistema 3 (S3)	88
3.2.2.4 Sistema 3* (S3*) - uma delicada tarefa	89
3.2.2.5 Sistema 4 (S4)	91
3.2.2.6 Sistema 5 (S5)	92
3.2.2.7 Os canais de comunicação do VSM	94
3.2.2.8 A natureza recursiva do VSM e o sistema em foco	96
3.2.3 O diagnóstico da arquitetura sistêmica das organizações viáveis	99
3.2.4 O <i>design</i> e a mudança para organizações inteligentes e viáveis	104
CAPÍTULO IV.....	106
4 METODOLOGIA.....	106
4.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA	107
4.2 ABORDAGEM METODOLÓGICA DO ESTUDO DE CASO	108
4.2.1 O diagnóstico e o <i>design</i> da arquitetura sistêmica das Organizações de Bacias Hidrográficas	108
4.2.2.1 Estágio 1: caracterização da área de estudo	110
4.2.2.2 Estágio 2: decomposição vertical da complexidade: o propósito e os níveis de recursão da organização.....	111
4.2.2.2 Estágio 3: decomposição horizontal da complexidade: a organização em foco	114
4.2.2.3 Estágio 4: coerência entre os diferentes níveis de recursão	115
4.3 COLETA DE EVIDÊNCIAS PARA O ESTUDO DE CASO	116
4.3.1 Documentação e registro de arquivos	116
4.3.2 Entrevistas	117
4.3.3 Observação direta e participante	119
4.4 CRITÉRIOS PARA O JULGAMENTO DA QUALIDADE DA PESQUISA	120
CAPÍTULO V.....	121
5 O ESTUDO DE CASO DA BACIA HIDROGRÁFICA RIO FORMOSO	121
5.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	122
5.1.1 Geografia e clima.....	122
5.1.2 Terra indígena, unidade de conservação e sítio Ramsar: aspectos importantes da área de influência da BHRF	129
5.1.3 Aspectos demográficos e socioeconômicos	132
5.1.4 Usos consuntivos e não consuntivos da água na Bacia Hidrográfica Rio Formoso	135
5.1.5 Demanda e disponibilidade hídrica na BHRF.....	137
5.1.5.1 Síntese das características físicas e da demanda hídrica das sub-bacias da BHRF....	139
5.1.5.2 Síntese do setor de saneamento na BHRF.....	143
5.1.6 Da institucionalização da Política de Irrigação no Tocantins.....	150
5.1.6.1 O Projeto Rio Formoso	153
5.1.6.2 Programa de Desenvolvimento da Região Sudoeste do Estado.....	154
5.1.8 Da Institucionalização da Política Estadual de Recursos Hídricos do Tocantins.....	156
5.1.8.1 Programa de Consolidação do Pacto Nacional pela Gestão das Águas	163
5.1.8.2 Programa Nacional de Fortalecimento dos Comitês de Bacias Hidrográficas	165
5.1.8.3 Fundo Estadual de Recursos Hídricos.....	167
5.1.9 Breves conclusões sobre o capítulo.....	168
CAPÍTULO VI.....	169
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES	169

6.1 O DIAGNÓSTICO E O DESIGN DA ARQUITETURA SISTÊMICA DA BHRF	169
6.1.1 Decomposição vertical da complexidade: o propósito da organização	169
6.1.1.1 Os níveis recursivos do sistema hídrico: fatores críticos	173
6.1.2 Decomposição horizontal da complexidade	179
6.1.2.1 Ambiente - A.....	181
6.1.2.2 Unidades operacionais elementares – S0	184
6.1.2.3 Ambiente específico < - > S0	186
6.1.2.4 Gestão Local - S1	188
6.1.2.5 Coordenação – S2	192
6.1.2.6 Gestão Operacional - S3	196
6.1.2.7 Canal S3-S1	200
6.1.2.8 Monitoramento/Fiscalização - S3*	203
6.1.2.9 Canal S1-S2-S3	206
6.1.2.10 Gestão Estratégica - S4	209
6.1.2.11 Canal S4-S3	212
6.1.2.12 Gestão Normativa – S5	213
6.1.2.13 Canal (S3-S4) – S5	217
6.1.4 Coerência entre os diferentes níveis de recursão	218
6.1.5 Aproximações para uma estratégia de <i>design</i>	228
CAPÍTULO VII.....	235
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	235
7.1 EM BUSCA DE UMA ABORDAGEM DINÂMICA DE REFERÊNCIA	236
7.2 AS QUESTÕES DA PESQUISA	239
7.3 TRIANGULAÇÃO, VALIDADE E CONFIABILIDADE DOS RESULTADOS DA PESQUISA	246
CAPÍTULO VIII.....	248
8 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	248
GLOSSÁRIO.....	251
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	254
APÊNDICES.....	269
Apêndice 1. Viable System Model por Beer (1985)	269
Apêndice 2. Princípios da Organização segundo Beer (1985).....	270
Apêndice 3. Axiomas da Gestão segundo Beer (1985)	271
Apêndice 4. Questionário da pesquisa	272
Apêndice 5. Atual composição do CERH	274
Apêndice 6. Atual composição do Comitê de Bacia Hidrográfica Rio Formoso	275
Apêndice 7. Plano de ação e prioridades do PBHRF	277
Apêndice 8. Quadro de metas do Comitê de Bacia Hidrográfica Rio Formoso-Procomitê.....	278
Apêndice 9. Mapeamento institucional do nível do governo central na América Latina: principais características e observações	281

APRESENTAÇÃO

Este manuscrito foi elaborado em um momento de crise e extrema incerteza. A crise, notadamente, instalada pela disseminação mundial do vírus COVID-19, com implicações negativas para todos os níveis da organização humana. E a incerteza caracterizada a partir da incontrolável vontade de adaptar o meio às nossas insaciáveis necessidades.

Imersa na crise sanitária e diante de tantas incertezas, onde buscar a motivação necessária para o trabalho de elaboração deste manuscrito - que exigiu imersão em outra crise: a da indisponibilidade hídrica? Na etapa final, uma das possíveis respostas está no que penso entender sobre o significado de compromisso.

Foi um longo, solitário e obstinado trabalho, cujos resultados são parte importante da busca de aperfeiçoamento profissional com implicações profundas na forma de enxergar o mundo. Penso que não deve ser diferente para ninguém. Mas, certamente, é de um jeito especial diferente para cada um.

O primeiro desafio para elaboração desta pesquisa, sem dúvida, foi a definição do objeto do estudo de caso. A responsabilidade e os desafios de desenvolver pesquisa sobre a Gestão Integrada dos Recursos Hídricos (GIRH) num contexto complexo, intrincado e conflituoso, como o da Bacia Hidrográfica Rio Formoso (BHRF), não foi uma decisão confortável.

A decisão exigiu esforços adicionais para o aprimoramento de competências e habilidades, demandadas para o envolvimento das partes interessadas na pesquisa. Havia um ambiente de desconfiança a ser superado.

O interesse em cibernética organizacional e no *Viable System Model* (VSM) aplicado ao diagnóstico e ao *design* de sistemas adaptativos complexos, me levou à Universidade de St. Gallen (UNISG), sediada na Suíça. A UNISG é líder na área de negócios, está fundada em padrões globais para pesquisa e ensino, promove o pensamento integrador, a ação responsável e um espírito empreendedor de inovação nos negócios e na sociedade.

Nada poderia ter sido mais estimulante, provocador e academicamente rigoroso que o desenvolvimento de habilidades e competências como pesquisadora visitante no *Institute for Management and Strategy* (IfB) e no *Centro Latino Americano Suizo* (CLS) da UNISG. Sob a supervisão do Prof. Dr. Markus Schwaninger, tive a oportunidade de

tomar importantes lições sobre a prática reflexiva do *design* de organizações, uma das marcas registradas da UNISG.

De volta ao Brasil, e com a crise de COVID-19 instalada, foi necessário reconsiderar as estratégias de intervenção na BHRF. Naquele momento as restrições sanitárias impediam qualquer abordagem que colocasse em risco os participantes da pesquisa.

O trabalho das entrevistas, a aplicação do questionário de pesquisa e a observação participante foram realizadas, na maior parte, em ambiente virtual ou seguindo os protocolos de segurança. Foi interessante notar, que as adaptações tecnológicas, necessárias para o funcionamento das organizações participantes da pesquisa, encurtaram as distâncias territoriais a serem vencidas para integrar a participação dos usuários, gestores públicos e sociedade civil da BHRF.

Esta pesquisa pretende ser uma contribuição ao desenvolvimento de capacidade institucional em sistemas adaptativos complexos. Seus resultados aspiram ser uma proposição de governança dos recursos hídricos que supere tanto as burocracias fragmentadas quanto a coordenação central rígida, conforme previsto no *framework* institucional formal da GIRH.

Por fim, destaca-se que esta pesquisa foi financiada com recursos próprios, está devidamente registrada no Comitê de Pesquisa em Ética com Seres Humanos (CEP) e declaro não haver conflitos de interesses sobre os resultados obtidos.

Juliana Mariano Alves

Palmas, 28 de fevereiro de 2022

CAPÍTULO I

Acredito, porém, que os rios que percorrem o imaginário do meu país cruzam territórios universais e desembocam na alma do mundo. E nas margens de todos esses rios, há gente teimosamente inscrevendo na pedra os minúsculos sinais da esperança.

Mia Couto

1 INTRODUÇÃO

As expressões do colapso relacional entre natureza e sociedade não são uma novidade dentro da tradição intelectual ocidental. Segundo Prigogine (1996), “compreender a natureza foi um dos grandes projetos do pensamento ocidental” (p.157).

Interessante notar na biografia de Alexander von Humboldt, que em 1789 o cientista já alertava sobre as implicações negativas da relação natureza e sociedade. Em suas expedições científicas pela Europa, América do Sul e Ásia Central, Humboldt observou que as mudanças ambientais provocadas, pela destruição das florestas, pela irrigação implacável, além da grande massa de vapor de gases, produzida nos centros industriais, destruiria a humanidade a longo prazo. (Wulf, 2015)

É inegável que a história e a experiência cotidiana têm demonstrado haver uma inequívoca deterioração das relações entre natureza e sociedade. Entretanto, apesar de sua importância amplamente reconhecida, a OCDE (2017) afirma que o discurso sobre problemas complexos na formulação de políticas tem sido até agora mais descritivo do que analítico. Sua natureza e evolução receberam escassa atenção teórica.

De acordo com Hukka, et al. (2010), “como” e “para quem” as sociedades decidem governar seus recursos hídricos tem um impacto profundo na economia, no meio ambiente e na subsistência das pessoas. O autor sustenta a tese de que a forma como a água é alocada, leva a maiores benefícios para alguns grupos ou indivíduos, enquanto outros perdem.

Na Bacia Hidrográfica Rio Formoso (BHRF), a discussão sobre a alocação da água emerge de modo imperativo a partir da crise de indisponibilidade hídrica de 2016, havendo inclusive suspensão das outorgas de direito de uso da água pelo período de 120 dias, naquele ano.

É evidente que essa situação requer mecanismos adequados para o gerenciamento de soluções de compromisso. Javaid & Falk (2015) sustentam que muitos sistemas de irrigação são casos especiais de recursos comuns nos quais alguns usuários têm acesso preferencial para o recurso, o que, em teoria, agrava os desafios da boa governança, resultando na apropriação desigual dos recursos hídricos.

Em outras palavras, sistemas de irrigação representam um problema de assimetria de acesso ao recurso para alguns usuários, que exacerba os desafios associados à provisão e extração. Nesse sentido, a pergunta que se coloca é como promover ambiente para tomada de decisão, mutuamente, convergente e efetiva, no âmbito da governança dos recursos hídricos?

Para Hukka et al. (2010), a resposta não se restringiria apenas às questões da indisponibilidade e escassez física ou falta de expertise técnica e gerencial. Embora seja evidente que os desafios concernentes ao uso dos recursos hídricos sejam amplamente conhecidos e crescentes; não é igualmente reconhecido que esses desafios estão principalmente relacionados a problemas de governança.

Dessa forma, a governança das águas requer como está previsto na legislação vigente, uma abordagem que priorize os atributos e qualidades da flexibilidade e aprendizagem social, além de se apoiar em elementos, tais como arranjos institucionais que operam na gestão avançada das incertezas.

Na linha do que nos apresenta Schwaninger (2021), a base do gerenciamento das incertezas não é sobre agir mais rápido, mas começar mais cedo. *Se antecipar aos problemas, mais do que o predize-los.*

Dessa forma a governança e a alocação da água na BHRF estão intimamente ligadas, já que os regimes mais eficientes de alocação exigem ao mesmo tempo uma maior coordenação entre os distintos interessados na bacia e o fortalecimento da capacidade de resposta às inovações institucionais propostas para a gestão integrada das águas.

Assim, com base em estruturas de governança e instrumentos de política existentes, e mais especificamente no âmbito das Organizações de Bacias Hidrográficas (OBHS), esta pesquisa fornece uma contribuição para governança dos recursos hídricos e propõe caminhos a seguir.

1.1 OBJETIVOS DA PESQUISA

1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo desta pesquisa é propor uma abordagem conceitual e metodológica abrangente para representação dos processos de governança e gestão integrada de recursos hídricos, com vistas ao desenvolvimento de capacidade institucional para inovação e sustentabilidade das Organizações de Bacias Hidrográficas (OBHs)

1.1.2 Objetivos específicos

- Estudar a aplicabilidade da cibernética organizacional para o diagnóstico e o *design* da governança multinível dos recursos hídricos;
- Diagnosticar as características estruturais, os processos de adaptação e aprendizagem; como o *framework* institucional formal está influenciando os processos; e como esses processos levam a mudanças nas OBHs;
- Fornecer informações analíticas, ferramentas e instrumentos de trabalho para o desenvolvimento de um modelo viável de desenvolvimento de capacidade institucional para a governança dos recursos hídricos;
- Apresentar uma aproximação para o *design* de um modelo viável e dinâmico da governança dos recursos hídricos

1.2 CONTRIBUIÇÃO TEÓRICA E PRÁTICA DA PESQUISA

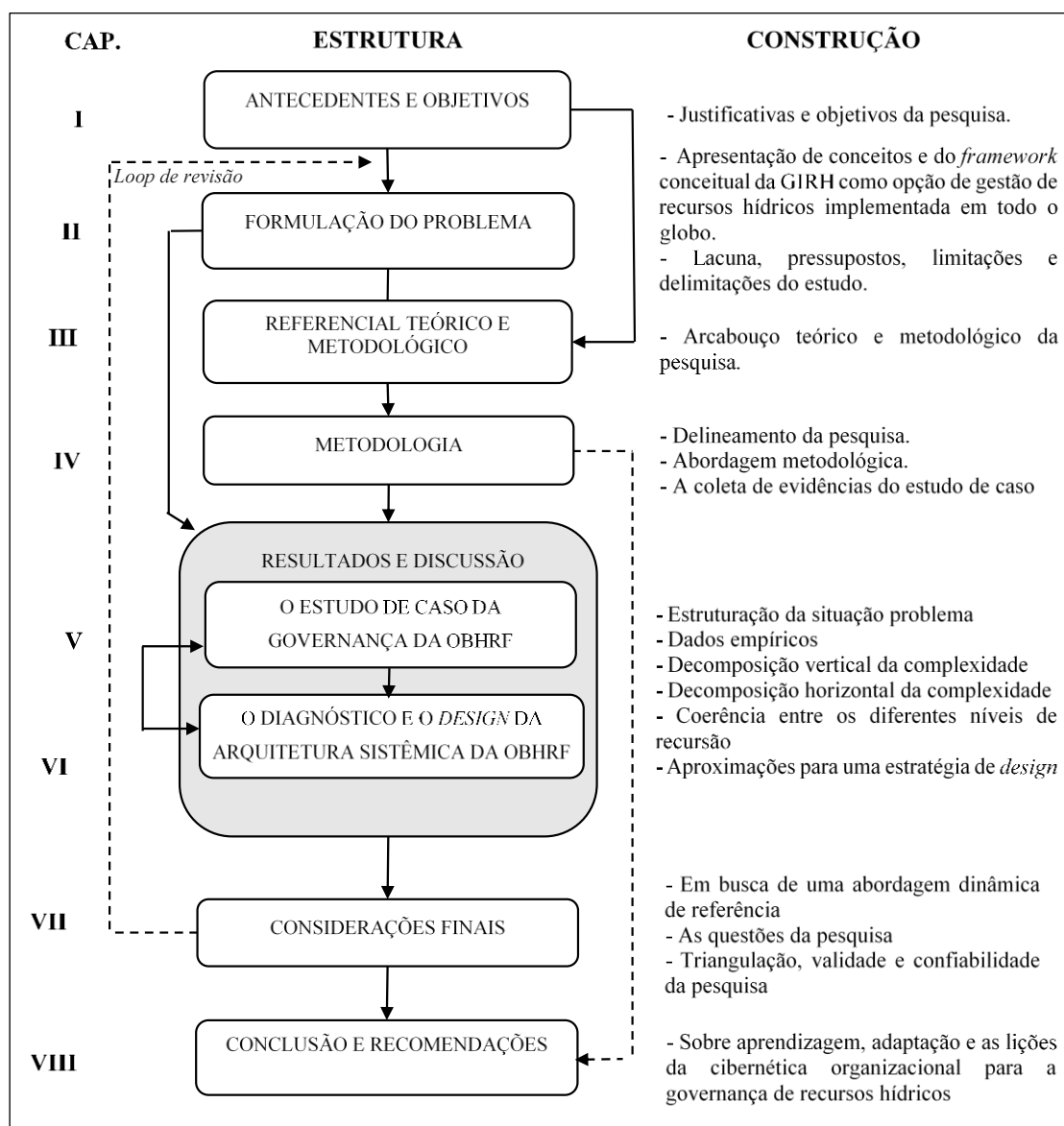
A principal contribuição teórica e metodológica desta pesquisa é a construção de uma abordagem de referência, orientada para o desenvolvimento de capacidade institucional em *Governança dos Recursos Hídricos*. Uma abordagem que permite a formulação de um modelo viável e dinâmico de governança, com vista ao desenvolvimento de capacidades para sustentabilidade, tanto dos portadores de obrigações, como dos titulares de direitos do *framework* institucional formal da Gestão Integrada dos Recursos Hídricos (GIRH), considerando que a situação é complexa, intrincada e muda com o tempo.

1.3 ESTRUTURA DA PESQUISA

O leitor poderá obter uma visão ampla da estrutura desta pesquisa a partir do que está disposto na Figura 1. Inicialmente, o Capítulo I situa o leitor do contexto e dos objetivos do trabalho.

No Capítulo II a formulação do problema e as questões da pesquisa são apresentadas, assim como a lacuna a ser preenchida. Neste capítulo, também constam os pressupostos, limitações e delimitações da pesquisa.

Figura 1. Estrutura da pesquisa



Fonte: elaboração da autora

O Capítulo III foi organizado e sumarizado de forma a apresentar o arcabouço teórico e metodológico da pesquisa. Tem início com um resumo sobre as implicações das principais reformas institucionais do setor de recursos hídricos ocorridas nos últimos 20 anos na América Latina e Brasil. Mais adiante as seções tratam de conceitos inerentes a teoria neoinstitucional, teorias de sistemas e cibernética organizacional, associados à gestão e governança dos recursos hídricos.

Ainda no Capítulo III, apresenta-se o *status* paradigmático da pesquisa e discute-se *systems thinking* como a base metodológica desta pesquisa que utiliza *Viable System Model (VSM)* em uma abordagem orientada para governança de sistemas adaptativos complexos (CAS).

Destaca-se que a escolha do VSM, dentre as opções examinadas para análise do desenvolvimento de capacidade institucional formal da GIRH, decorre da identificação de pesquisas que demonstram que o VSM é o modelo mais forte em sua alegação teórica e falseabilidade, bem como em sua potência diagnóstica e aptidão para o *design*.

O delineamento da pesquisa e sua abordagem metodológica, tratados no Capítulo IV, foram inspirados por estudos de caso realizados em várias partes do mundo e fornece ao leitor uma visão dos procedimentos utilizados para o desenvolvimento da pesquisa.

No Capítulo V o leitor é apresentado ao “caso”. A situação problema da BHRF é então explorada e expressa por meio da análise da documentação levantada por esta pesquisa.

No Capítulo VI, são apresentados os resultados do diagnóstico e do *design* da arquitetura organizacional sistêmica da BHRF, segundo os cinco sistemas e canais de comunicação do VSM.

O Capítulo VII sintetiza os achados desta pesquisa e suas implicações para a governança de recursos hídricos na BHRF. As questões da pesquisa são abordadas sem a pretensão de esgotar ou propor soluções ótimas para organização em estudo. Bem como, apresenta-se a triangulação, validade e confiabilidade da pesquisa.

Por fim, as conclusões e recomendações sobre os processos de aprendizagem, adaptação e as lições da cibernética organizacional para a governança de recursos hídricos são dadas no Capítulo VIII.

CAPÍTULO II

Policy ideas have much in common with viruses: they are contagious, their spreading is unseen, and when effective, they potentially affect the entire globe.

Jeremy Richardson

A justiça não existe. A justiça pertence à ordem das coisas que se devem fazer justamente porque não existem. A justiça só existirá se a fizermos. Eis o problema humano.

Alain

Entretanto, não acredito que a tecnologia esteja totalmente isenta do princípio do panda da história, pois neste exato momento estou cara a cara com o melhor exemplo de sua aplicação. Na realidade, tenho o mais íntimo (e batido) contato com esse objeto: o teclado da máquina de escrever.

Stephen Jay Gould

2 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA

O discurso global sobre os problemas relacionados à indisponibilidade de água, conforme Gupta (2009), traz vários vestígios de debates e mudanças em maior escala para a governança. O conceito de orientação central de Gestão Integrada de Recursos Hídricos (GIRH), por exemplo, sugere a promoção da colaboração internacional, ao mesmo tempo que indica a possibilidade de controle local, e sublinha a necessidade de maior participação pública e envolvimento das partes interessadas (VIEIRA, 2020; IBISCH et al., 2016; MOLLE, 2008).

A GIRH é um tipo de conceito “nirvana” porque incorpora uma imagem ideal de como o mundo deveria ser. Geralmente assumem a forma de um negativo fotográfico do mundo real. Por exemplo, como os custos sociais e ambientais do desenvolvimento industrial convencional tornaram-se aparentes, o conceito de desenvolvimento sustentável propôs uma visão em que as contradições seriam dissolvidas, os impactos negativos internalizados e os antagonismos reconciliados. (MOLLE, 2008)

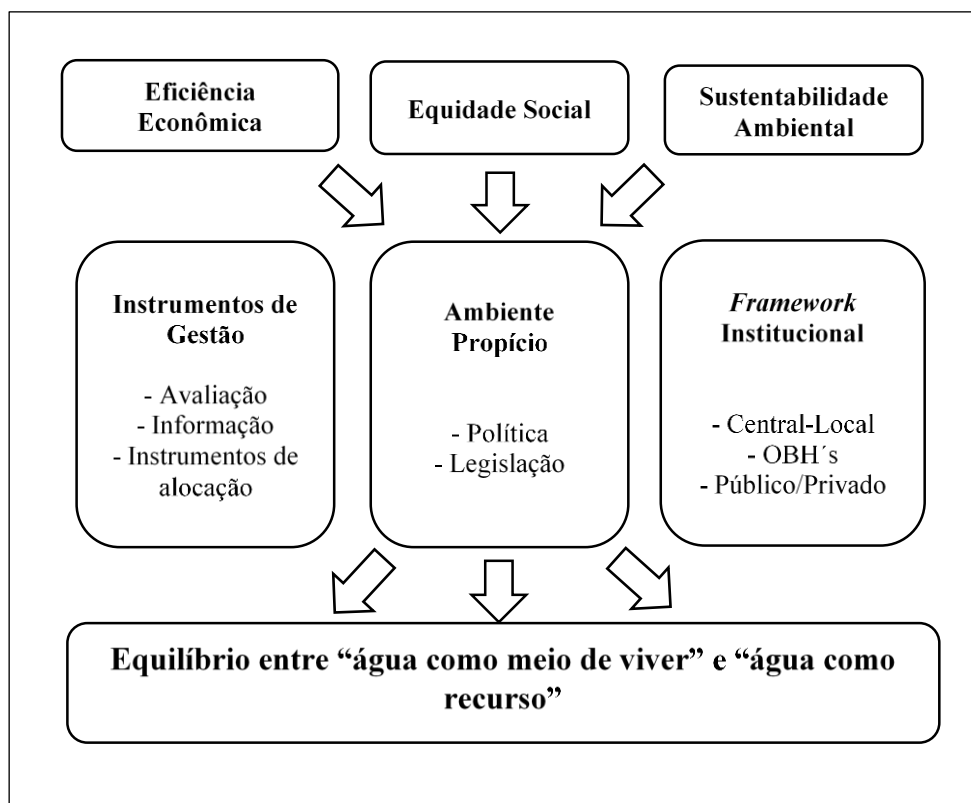
Operacionalmente, as abordagens de GIRH envolvem a aplicação de conhecimentos de várias disciplinas, bem como as percepções de diversas partes interessadas para conceber e implementar soluções eficientes, equitativas e sustentáveis para os problemas de água e desenvolvimento. (GWP, 2017)

De acordo com a definição usada com mais frequência a GIRH é um processo que promove o desenvolvimento coordenado e a gestão da água, da terra e dos recursos

relacionados, a fim de maximizar o bem-estar econômico e social de forma equitativa, sem comprometer a sustentabilidade dos recursos vitais dos ecossistemas. (GWP, 2017)

A figura 2 ilustra o *framework* conceitual da GIRH fundado no tripé econômico, social e ambiental.

Figura 2. *Framework* conceitual da GIRH



Fonte: GWP (2004)

O aspecto integrado da GIRH é, frequentemente, interpretado para denotar mais atenção às implicações socioeconômicas e ambientais das atividades dos projetos de grande escala. Além de enfatizar as interligações entre montante e jusante, com intervenções fundadas em Organizações de Bacias Hidrográficas (OBHs). (HUTEMA & MEIJERINK, 2017)

Adotada, pioneiramente, por alguns estados brasileiros, a abordagem de GIRH movimentou e pautou proposições que culminaram com a aprovação da Lei Federal N° 9.433/1997, popularmente conhecida como a Lei das Águas. (ABERS & KECK, 2013)

Segundo Conca (2015), não há dúvidas de que a GIRH transformou o panorama mundial da governança dos recursos hídricos. Mas, o autor ressalta que a abordagem está

amplamente enraizada em modelos de otimização do uso da água em circunstâncias relativamente previsíveis, em vez de uma proposta de adaptação flexível às mudanças em um ambiente extremamente incerto.

Para Pahl-Wostl et al. (2012), a introdução da GIRH foi um passo ousado em direção à complexidade. A GIRH está particularmente preocupada em seguir o que pode ser denominado como uma agenda integracionista, ou seja, a gestão integrada e coordenada dos usos da água e da terra.

Mais recentemente, o trecho do relatório “*Water and Climate Change*”, da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), acrescentou ainda mais complexidade à agenda integracionista ao ressaltar que:

Os planos de desenvolvimento nacional tendem a reconhecer os impactos das mudanças climáticas relacionados com a água e, em alguns casos, a importância da gestão da água para o desenvolvimento econômico. No entanto, eles não tratam explicitamente a gestão da água e as mudanças climáticas como setores interligados que requerem respostas integradas. Além disso, apesar do tratamento intersetorial das questões hídricas nas estratégias climáticas dos países, seu progresso na implementação da GIRH sugere que haverá desafios na integração da água e da ação climática na prática (UNESCO, 2020, p. 139, tradução nossa)

Contudo, o relatório sobre a Governança das Águas no Brasil, elaborado pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), critica a interface entre os recursos hídricos, na escala de bacia e a gestão do uso do solo. O diagnóstico revela um contexto fragmentado, desprovido de planejamento e gestão no âmbito das autoridades locais. O texto do relatório é explícito ao criticar a incompatibilidade entre gestão dos recursos hídricos e desenvolvimento territorial em múltiplas escalas.

Para a OCDE (2015) os comitês de bacias hidrográficas deveriam atuar como mecanismos de coordenação, para preencher a “lacuna administrativa” e ajustar as políticas de recursos hídricos aos locais. Entretanto, na prática, essas organizações enfrentam inúmeros desafios. Segundo Abers & Keck (2013) os comitês de bacias hidrográficas têm funções deliberativas que lhes dão poderes significativos com meios limitados de implementação, ao contrário do poder público.

Como consequência a OCDE (2015) alerta que a cisão entre as autoridades públicas e a sociedade nos comitês está aumentando com respeito às prioridades para a tomada de decisões sobre os recursos hídricos. Os planos de recursos hídricos estabelecem o que precisa ser feito, mas nem sempre são implementados, o que desanima

os usuários da água e restringe o papel dos comitês de bacias hidrográficas ao papel de defensores da questão.

Diante do exposto e do que se observa em Molle (2008); Mukhtarov (2009); Abers & Keck (2013) e Huitema & Meijerink (2017), Pahl-Wostl et al (2020) a GIRH é claramente um conceito multifacetado, e implementar cada um dos aspectos propostos pode exigir um extenso trabalho de tradução e ponderação de um contexto para outro.

Não obstante, verifica-se que a coordenação para a integração intersetorial é uma preocupação desde o nível de bacias transfronteiriças até o nível de sub-bacias hidrográficas. Nesse sentido, se impõe reconhecer, assim como disposto em Molle (2009), Hukka et al. (2010) e Krippendorff (2019), que as escolhas de *design* institucional têm várias implicações, como todas as mudanças na governança que afetam o funcionamento dos mecanismos democráticos dos estados-nação.

Assim, esta pesquisa foca exatamente nas implicações da situação problema observada na dimensão institucional das OBHs, a saber:

- A predominância da lógica setorial administrativa em face da necessidade de integração na gestão dos recursos hídricos;
- A setorização como elemento originador de conflitos diante dos usos múltiplos dos recursos hídricos;
- A setorização hídrica como um óbice estrutural à sustentabilidade da governança dos recursos hídricos.

2.1 A LACUNA A SER PREENCHIDA

A disseminação da institucionalização da GIRH refletiu, significativamente, na formação acadêmica e profissional da autora deste manuscrito. A experiência acumulada a partir da participação ou representação em órgãos colegiados de políticas públicas; do exercício do mandato de vice-presidente da Comissão Interinstitucional de Educação Ambiental do Tocantins; além da execução de consultoria em descentralização de política pública para o Ministério do Meio Ambiente (MMA) e o Instituto de Cooperação Interamericano para Agricultura (IICA), fomentaram uma relação estreita com os conceitos e instrumentos que se apresentavam como inovadores, sistêmicos e participativos.

Assim, fundamentada pela experiência nesse campo, bem como amparada pela literatura (MOLLE 2008; BUTTERWORTH et al., 2010; CONCA 2015), é possível afirmar que uma proposta robusta e de dimensão global como a GIRH, não estaria imune a desafios, principalmente quando aqueles que a adotaram como novo modelo, resolveram implementá-la.

O conceito de GIRH, segundo Molle (2008), foi traduzido por uma infinidade de tentativas de se estabelecer Organizações de Bacias Hidrográficas (OBHs). Em suma, para Abers & Keck (2013), organizações como os comitês de bacia, constituem componente central da reforma institucional. Entretanto, o relatório da OCDE, alerta para o fato de que “a descentralização da gestão de recursos hídricos no Brasil é um assunto inacabado. As responsabilidades foram transferidas de direito, mas não conseguiram ser implementadas de fato”. (OCDE, 2015, p. 77)

Segundo Schlager & Blomquist (2008) a maioria das análises de políticas de gestão e governança de bacias hidrográficas são baseadas em métodos inadequados para sistemas policêntricos¹. Essas análises pressupõem que as formas centralizadas e hierárquicas de governo são ou deveriam ser a norma. Os diagnósticos provenientes de tal suposição tendem a centrar-se na expressiva diversidade de organizações, agências e governos. Ou seja, a governança dos recursos hídricos é fragmentada, desarticulada e desorganizada porque não há um centro de controle único.

Ao discutirem a questão do federalismo e da governança de bacias hidrográficas, Schlager & Blomquist (2008) criticam a visão de que a complexidade política, inerente aos sistemas policêntricos, seria uma barreira ao uso sustentável dos sistemas naturais e algo a ser corrigido. Os autores ofereceram uma visão alternativa, ou seja, que a complexidade social não é uma barreira para a sustentabilidade nem algo, prontamente, a ser dispensado.

Para Schlager & Blomquist (2008, p. 152, tradução nossa) “a complexidade social não pode ser silenciada confiando na ciência e na natureza para definir limites ou forçando a diversidade na caixa bem projetada da hierarquia”.

¹ A concepção do sistema de governança na visão policêntrica é de que há uma multiplicidade de unidades políticas – ou centros de tomada de decisão – sobrepostas e que cada uma destas unidades opera com relativa autonomia para criar e aplicar regras dentro de um domínio de autoridade que se circunscreve para uma área geográfica determinada. Diferente de um contexto de governo centralizado, os sistemas de governança policêntrica são inerentemente complexos e não há uma autoridade central que domina todos os outros (Ostrom, 2005, p. 283).

Admitindo que a complexidade emerge quando os sistemas não são configurados para responder aos desafios que enfrentam, recorre-se a Ashby (1970) para afirmar que, qualquer sistema de controle deve ser pelo menos tão complexo quanto o sistema que está controlando, caso contrário, uma lacuna de complexidade surgirá dessa insuficiência.

Na busca por uma governança de recursos hídricos multinível, multisetorial, intensiva em conhecimento, participativa e em escala de bacia, o conceito orientador de GIRH representa um incremento de complexidade ao sistema. Os mecanismos administrativos complexos que enfatizam a coordenação, a troca de informações e diálogo político entre um elenco grande e distintos usuários da água e outras partes afetadas, são um desafio da implementação.

Dessa forma, apoia-se em Schwaninger (2009, 2018, 2019, 2021); Lassl (2019a, 2019b, 2019c); Harwood (2018, 2020); Espejo & Reyes (2011); Ison (2018); Ostrom (2005); OCDE (2015) para afirmar que as estruturas hierárquicas de comando e controle são desprovidas da variedade necessária para lidar com a complexidade ambiental envolvida na governança dos recursos hídricos.

Desse modo, este estudo preenche as lacunas, teórica e metodológica, observadas entre as formas centralizadas e hierárquicas de gerenciamento de recursos hídricos; e a urgente demanda por estruturas distribuídas recursivamente, que utilizam a coordenação como um mecanismo de alinhamento primário, própria para lidar com a complexidade ambiental inerente às OBHs.

2.2 QUESTÕES DA PESQUISA

Associadas aos pressupostos, limitações e delimitações da pesquisa, descritas a seguir, na seção 2.3, as questões da pesquisa convergem para o desenvolvimento de uma estrutura qualificada para a governança de recursos hídricos, a partir de um estudo de caso na BHRF.

Q1. Quais são as características atuais do *design* institucional da BHRF, qual é sua fisiologia e quais disfuncionalidades emergem de sua arquitetura organizacional básica?

Q2. Que tipo de estrutura de inovação organizacional deve-se levar adiante, como capaz, de responder a complexidade que envolve o sistema descentralizado de governança dos recursos hídricos?

Q3. Os incentivos não-econômicos empregados para a governança são ou foram efetivos para a conservação da bacia?

Q4. Quais são as implicações dessas descobertas para aqueles que estão envolvidos no *framework* institucional formal ou processos de coordenação da bacia?

2.3 PRESSUPOSTOS, LIMITAÇÕES E DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

Para os propósitos desta pesquisa admite-se que estabelecer um pressuposto implica estabelecer ideia, princípio ou conceito com o qual a autora e o leitor, *a priori*, devem concordar para que o estudo tenha fundamento e legitimidade.

Não obstante, assim como acontece com todas as pesquisas, este estudo pauta-se pelo entendimento de que deve haver limites que estabeleçam o que é aceito ou conhecido no campo da pesquisa, que tipo de conhecimento está sendo demandado e construído, e onde essa busca por conhecimento vai terminar. Estas questões são tratadas nesta seção.

Esse caminho, no entanto, não pode se estender indefinidamente e, portanto, são estabelecidas fronteiras que delimitam o objeto da pesquisa e o que está para além dela. Da mesma forma, as delimitações fornecidas aqui descrevem o escopo dos produtos produzidos como resultado da execução da pesquisa.

2.3.1 Pressupostos da pesquisa

Com base na extensa revisão da literatura apresentada no Capítulo III identificou-se argumentos teóricos e empíricos que, em síntese, revelam os pressupostos enunciados nesta pesquisa: i) gerenciar a complexidade é questão central para a governança dos recursos hídricos; ii) se alguém quer se organizar para a sustentabilidade, é preciso se organizar para a viabilidade; e iii) mecanismos de medição de *feedback* funcionam como pilares para a governança dos recursos hídricos.

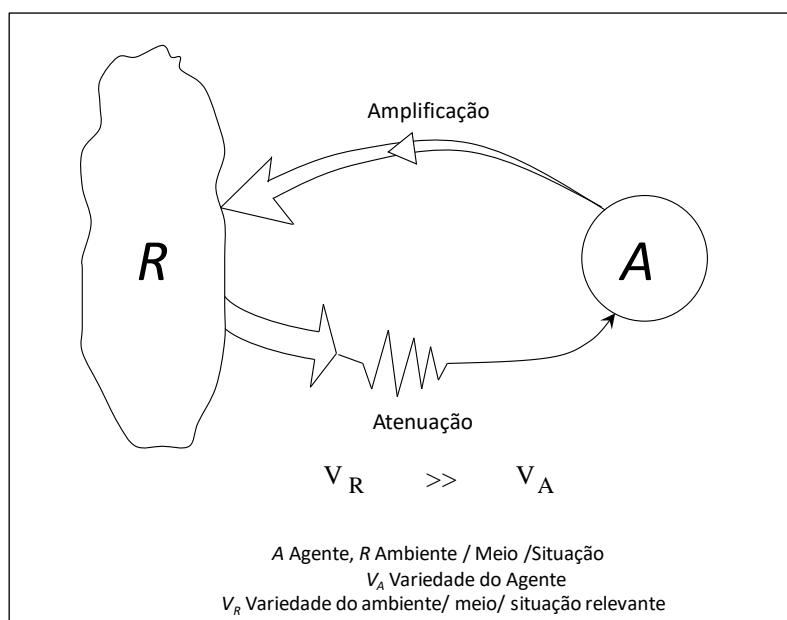
2.3.1.1 Gerenciar a complexidade é questão central para a governança dos recursos hídricos

Diante da crescente complexidade das questões relacionadas ao uso dos recursos hídricos, constata-se que as organizações de propósito especial, a exemplo das OBHs, enfrentam problemas, particularmente, difíceis de resolver e gerenciar. Essas organizações são confrontadas com uma grande diversidade de situações, desde as condições físicas e climáticas, às características sociais e institucionais da bacia hidrográfica. Conseqüentemente, precisam reagir e se ajustar aos constantes incrementos de complexidade ambiental a que estão sujeitas.

De acordo Schwaninger (2009) “variedade” é um termo técnico para expressar e medir a complexidade. Em Beer (1985, p.21, tradução nossa) “variedade é uma medida da complexidade, porque conta o número de possíveis estados de um sistema”.

O esquema da Figura 3 apresenta um agente - seja uma empresa, uma bacia hidrográfica ou um gerente – que faz parte de um ambiente relevante, cuja variedade excede em muito a variedade desse agente.

Figura 3. Mecanismos de atenuação e amplificação da variedade/complexidade



Fonte: Schwaninger (2009, tradução nossa)

A Figura 3 nos leva diretamente à Ross Ashby e sua famosa Lei da Variedade Requerida, uma das leis fundamentais da teoria de sistemas e das ciências da

complexidade. “Somente variedade pode absorver variedade²” (ASHBY, 1970, p. 244). Pois, se admitirmos que a função-chave das organizações consiste em processar a complexidade ambiental e viver dela, a Lei da Variedade Requerida, estabelece que qualquer sistema de controle deve ter um repertório de comportamentos potenciais, tão variado quanto aquele do sistema que ele está controlando, caso contrário, conforme já mencionado uma lacuna de complexidade surgirá dessa insuficiência. Em Schwaninger (2009) observa-se o seguinte:

A lei de Ashby é tão fundamental para os gestores como as leis da termodinâmica são para os engenheiros. Isso tem uma implicação convincente de enorme importância: para manter um sistema complexo sob controle, o sistema de controle deve dispor de uma variedade que seja igual à variedade do sistema a ser controlado”. (SCHWANINGER, 2009, p. 14, tradução nossa).

O pressuposto que se enuncia aqui é de que as OBHs dispõem de duas estratégias principais de adaptação e aprendizagem. A primeira estratégia consiste na atenuação da variedade ambiental ao ponto em que a variedade operacional da OBH tenha condições de vencer a variedade ambiental. Trata-se de uma disputa entre dois repertórios de comportamentos. (SCHWANINGER, 2009; LASSL, 2019a)

Quanto à estratégia da atenuação da variedade operacional, Beer (1985, p. 24, tradução nossa) afirma que:

É um grande erro - facilmente cometido - confundir dados com variedade (por mais intimamente relacionados que sejam). Os dados certamente distinguem os estados possíveis do sistema, mas são gerados por meio de classificações, categorias, definições ... essas determinam a variedade e estão dentro de nosso poder de *design*.

A segunda estratégia de adaptação e aprendizagem é a amplificação da variedade operacional, por meio da qual a OBH cria complexidade interna determinada como igual ou maior do que a complexidade ambiental que enfrenta. A amplificação da complexidade leva ao repertório de comportamentos necessários que, na melhor das hipóteses, permite adaptação organizacional, abrindo novos tipos de opções estratégicas (HÄMÄLÄINEN, 2015; BOISOT & McKELVEY, 2011; LASSL, 2019a; SCHWANINGER, 2009). Sobre isso, Beer observa o seguinte:

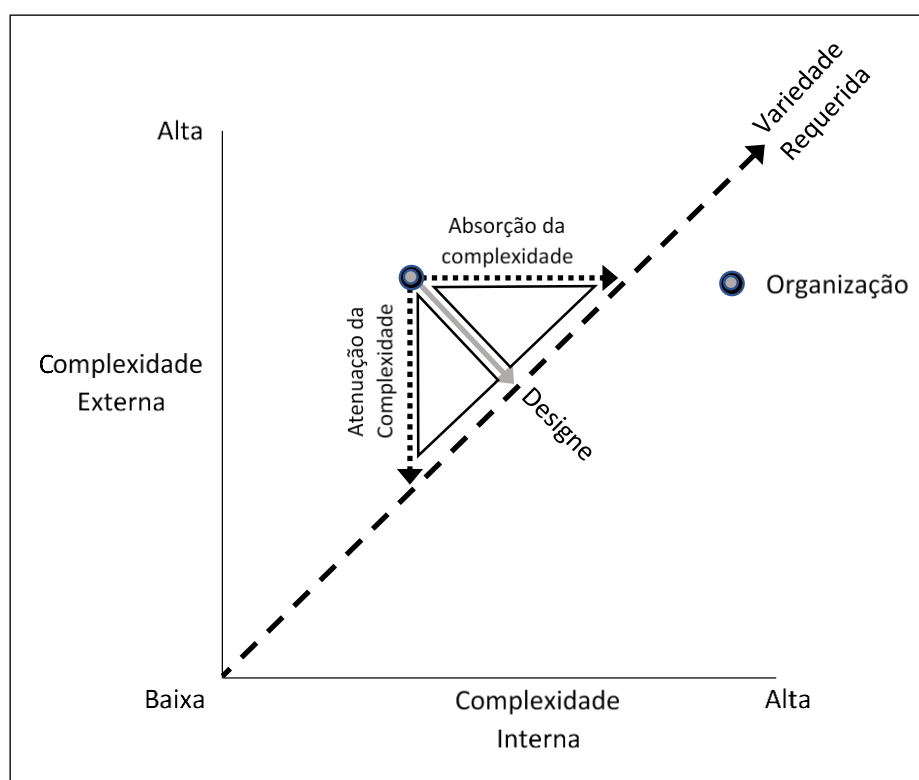
O problema da gestão em si, que é o de regular uma imensa proliferação de variedade, é menos difícil uma vez que os reguladores homeostáticos subjacentes são percebidos, devidamente projetados e autorizados a

² Originalmente “somente variedade pode destruir variedade” (Ashby, 1970 p. 244). O verbo absorver foi introduzido mais tarde por Stafford Beer. (Schwaninger, 2009)

absorver a variedade das entidades uns dos outros. Essa é a **essência da viabilidade**”. (BEER, 1985 p.29, tradução e grifo nosso)

Boisot e McKelvey (2011) descrevem essas estratégias inter-relacionadas de atenuação e amplificação da complexidade, e as compensações inerentes entre elas, como o Espaço Ashby. A Figura 4 ilustra essa estrutura conceitual e o potencial do *design* e para gerenciar a complexidade.

Figura 4. O Espaço Ashby



Fonte: Boisot e McKelvey (2011, tradução nossa)

A linha diagonal representa a variedade necessária, ou um estado ideal de equilíbrio dinâmico, onde a variedade de respostas de uma organização (complexidade interna) corresponde aos estímulos recebidos (complexidade externa).

Para Lassl (2019a) a Lei de Ashby implica que quanto maior a variedade da própria organização, mais variedade ambiental ela pode controlar. Dessa forma, o sucesso de uma estratégia não depende apenas do ambiente, mas também do repertório interno da organização.

Aprende-se em Schwaninger (2009) que atenuação e amplificação são estratégias complementares para absorver e gerar complexidade. “O desafio é equilibrar as

variedades dos sistemas de interação por meio de atenuação e amplificação. A estratégia básica aqui é atenuar a variedade ambiental e amplificar a variedade operacional da organização” (SCHWANINGER, 2009 p.14, tradução nossa).

Conclui-se então que a regulação da variedade é a tarefa-chave das organizações que operam em ambientes complexos, tais quais as OBHs. O objetivo da regulação é avançar em direção à variedade requerida à medida que a complexidade aumenta.

2.3.1.2 Se alguém quer se organizar para a sustentabilidade, é preciso se organizar para viabilidade

Desde a realização da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento – Rio/92 (Cnumad) o termo sustentabilidade passou a ser utilizado em praticamente todas as reuniões internacionais e se estabeleceu, definitivamente, na agenda de compromisso de diversas entidades e empresas.

Em Ben-Eli (2018) encontra-se que a tentativa de estabelecer definições para a sustentabilidade caracteriza entendimentos bastante distintos do que seria desenvolvimento sustentável. As definições são muitas e procuram enquadrar a noção a partir dos interesses daqueles que a definem, cada um considerando a sua melhor. “Infelizmente, as múltiplas interpretações encorajam os principais “jogadores” a evitarem compromissos inequívocos ou ações decisivas para alcançar objetivos comuns”. (BEN-ELI, 2018, p. 1338, tradução nossa)

Com sua ênfase na questão das relações entre partes e todo, na compreensão das relações de causa e efeito entre os componentes que fazem o todo, a teoria de sistemas tem muito a contribuir para a formulação de um conceito rigoroso de sustentabilidade, conforme Ben-Eli observa:

As questões críticas de sustentabilidade ocorrem em um contexto extremamente complexo, constituindo um universo dinâmico e multivariável envolvendo múltiplos aspectos sociais, políticos, econômicos e culturais interagindo entre si, através de setores e com as partes vivas físicas e não humanas do mundo. Esta realidade sistêmica é fundamentalmente irreduzível e não cederá a uma abordagem analítica simples, linear. (BEN-ELI, 2018 p. 1338, tradução nossa)

Ao refletir sobre o conceito Schwaninger (2018), afirma que a sustentabilidade pode ser alcançada apenas se o equilíbrio ecológico for alcançado em cada um dos vários

níveis, do individual ao familiar, do municipal para estadual, do estado para estado-nação, do continente para mundo.

As questões que remetem à sustentabilidade manifestam-se em qualquer um desses níveis, e devem ser "resolvidas" lá: com a condição de que resolver um problema pode implicar necessidade de ir além do nível em que o problema apareceu, se a causa estiver em outro plano. (SCHWANINGER, 2018, p.1225, tradução nossa)

A viabilidade, segundo Beer (1985), se refere à capacidade de um organismo de manter sua identidade, isto é, sobreviver independentemente das mudanças em seu ambiente. Para tanto, deve ter capacidades de auto regulação, aprendizagem, adaptação e evolução. (PERÉS-RÍOS, 2010)

Para Beer (1985) uma organização é viável se puder sobreviver em um determinado tipo de ambiente. Pois embora sua existência seja separada, de modo que goze de algum tipo de autonomia, ela não pode sobreviver em um vácuo. Donde se conclui que, as organizações têm identidade e são capazes de existência independente, embora só possam sobreviver em um ambiente de apoio.

Nos termos de Beer (1985), podemos assumir que uma bacia hidrográfica é um tipo de organização recursiva e viável, inserida numa sociedade local, urbana ou rural. Contudo, também está inserida num sistema social mais amplo que aquele que sustenta sua identidade cultural local.

Espinosa & Walker (2008) afirmam que a viabilidade está claramente ligada à sustentabilidade: ambas resultam de como a organização lida com a complexidade ambiental no curso de sua própria dinâmica de mudanças e desenvolvimento. “**A falta de viabilidade - ou separação de seu nicho - indica morte ou cessação dessa forma de vida**”. (ESPINOSA et al. 2011 p. 640, tradução e grifo nosso)

Portanto, esta pesquisa atende ao pressuposto da sustentabilidade, fundada no conceito cibernético de viabilidade, enunciado por Schwaninger: “Se alguém quer se organizar para a sustentabilidade, precisa se organizar para viabilidade”. (SCHWANINGER, 2018, p. 1226, tradução nossa)

2.3.1.3 Mecanismos de medição de *feedback* funcionam como pilares para a governança de bacias hidrográficas

Em “*An outline of general system theory*”, Ludwig von Bertalanffy (1950) define *feedback*:

Feedback significa que a partir da saída de uma máquina uma certa quantidade é monitorada de volta, como "informação", para a entrada de modo a regular esta última e, assim, estabilizar ou direcionar a ação da máquina. (von BERTALANFFY, 1950, p.159-160, tradução nossa).

A maioria dos processos em nosso corpo também é controlada por algum tipo de sistema de *feedback*. Na verdade, o termo frequentemente usado para descrever o equilíbrio dinâmico em organismos - "homeostase" - foi cunhado por Cannon (1932) para descrever o mecanismo pelo qual o corpo é capaz de manter uma temperatura constante por meio de *feedbacks*.

Stephens & Haslett (2011) afirmam que, mesmo que não se identifique o mecanismo em funcionamento, qualquer sistema que exiba padrões estáveis de comportamento ao longo do tempo é dominado pelo controle de *feedback*. O fato de existirem tendências (que podemos prever/antecipar) é uma prova disso. Se um sistema não fosse controlado por *feedback*, o sistema seria caótico e imprevisível.

Portanto, *feedback* é um princípio fundamental para o desenvolvimento desta pesquisa. Uma vez que, só é possível corrigir os erros do sistema organizacional quando os gestores são capazes de obter informações sobre a eficácia de suas ações.

Um *loop* de *feedback* fornece informações sobre o funcionamento de um sistema que pode resultar em uma mudança na intervenção política ou em seus efeitos. *Feedback* reforça informações existentes adquiridas pela organização e orienta futuros processos de aprendizagem tanto a âmbito individual como organizacional. (OCDE, 2017)

As informações de *feedback* permitem que uma organização corrija seus erros, ajuste seus objetivos, para restaurar seus níveis de desempenho e se alinhar com seu ambiente. (LASSL, 2019a; PERÉS-RÍOS, 2018; SCHWANINGER, 2009)

Uma característica específica dos sistemas de gerenciamento dos recursos hídricos é seu caráter técnico e organizacional. A semelhança da estrutura do mecanismo de *feedback* em sistemas técnicos e organizacionais é ambos possuem “um ciclo administrativo”, ou seja, identificação dos desvios de meta, uma avaliação de sua

criticidade, tomada de decisão oportuna para as influências corretivas e sua implementação. (MARACHA, 2016)

Dessa forma, admite-se aqui, assim como Maracha (2016), que na governança de recursos hídricos, em muitos casos, é necessária a correção prática (atualização) das metas em conformidade com as circunstâncias recém descobertas. Para este propósito, a estrutura do mecanismo de *feedback* nas OBHs, deve incluir uma comunicação dos sistemas gerenciais e operados que se discute nesta pesquisa.

2.3.2 Limitações da pesquisa

Embora se entenda que a situação problema e o contexto do trabalho sejam complexos e interdisciplinares, por razões práticas, limitações tiveram que ser estabelecidas para estreitar gradativamente o foco desta pesquisa.

As condições da bacia hidrográfica evoluem por meio de uma série de inter-relações entre água, solos, vegetação, fauna, uso da terra e atividades humanas que não entendemos totalmente e não podemos prever completamente.

Assim, este estudo se dedica ao conhecimento de processos de aprendizagem e adaptação entre as organizações que fazem e implementam a política de recursos hídricos: à dimensão socioambiental e institucional, e não à dimensão física.

2.3.3 Delimitação da pesquisa

De acordo com Checkland (1999), o conceito de um sistema de atividade humana possui diferença crucial quando comparado a sistemas naturais. Os últimos não poderiam ser mais do que são, mas os sistemas de atividade humana manifestam-se a partir das percepções de humanos, que são livres para atribuir significado ao que percebem. A diferença fundamental é, portanto, que os sistemas de atividade intencional podem ser muito diferentes do que são, enquanto os sistemas naturais, sem intervenção humana, não podem.

Ao considerar a natureza especial dos sistemas de atividade humana, Hukka (1998), Pahl-Wostl et al. (2020), assumem que os estudos concernentes a sistemas de gestão dos recursos hídricos são sempre complexos, com muitos níveis de valores relevantes e frequentemente conflitantes a serem explorados.

Dessa forma, os resultados desta pesquisa não implicam solução ótima para um problema, mas antes um processo de aprendizagem, que leva a decisão de tomar certas ações, com o conhecimento de que isso, em geral, levará não à solução do problema, mas a uma nova situação, em que todo o processo poderá começar novamente.

Assim, esta pesquisa delimita-se pela proposta de melhorar o diagnóstico e o *design* para a governança dos recursos hídricos e, mais especificamente, o diagnóstico da arquitetura sistêmica das OBHs, para formulação de um modelo viável de desenvolvimento de capacidade institucional.

Para tanto, um estudo de caso foi projetado com intuito de demonstrar que *systems thinking* proporciona uma epistemologia para lidar com a complexidade, em um ambiente de caso comum: a Bacia Hidrográfica do Rio Formoso (BHRF).

CAPÍTULO III

O sistema não é palavra-chave para a totalidade; é uma palavra-raiz para a complexidade.

Edgar Morin

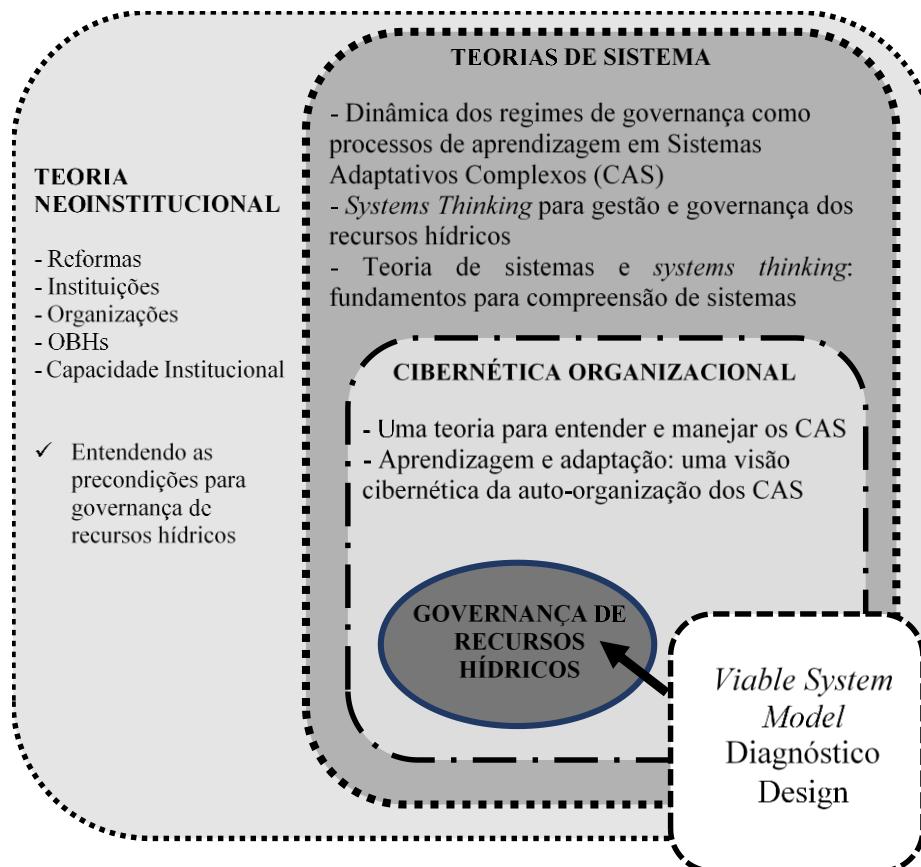
Informação é o termo que designa o conteúdo daquilo que permutamos com o mundo exterior ao nos ajustarmos a ele, e que faz com que nosso ajustamento seja nele percebido.

Norbert Wiener

3. REFERENCIAL TEÓRICO E METODOLÓGICO

Este capítulo tem por objetivo apresentar o referencial teórico e metodológico da pesquisa e fundamentar suas contribuições para a governança dos recursos hídricos. As principais referências na definição de conceitos, dimensões e elementos do campo do conhecimento são abordadas, conforme o esquema da Figura 5.

Figura 5. Estrutura do referencial teórico e metodológico



Fonte: elaboração da autora

O referencial teórico e metodológico desta pesquisa adere às tradições interpretativista e positivista. Interpretativista porque utiliza o pensamento sistêmico (*soft system*) para aplicação de um modelo cibernético (VSM) que emergiu da tradição positivista, mas que hoje reúne ambas as tradições: a de oferecer um modelo rigoroso, racionalista; e aquela de sustentar um discurso interpretativo em fluxo.

A seção 3.1.1 apresenta uma revisão das reformas do setor hídrico e oferece um panorama sobre as condições para a gestão, estabelecidas pela Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei 9.433/1997).

Inicialmente, a seção 3.1.2 apresenta a revisão sobre as teorias institucionais, que fornecem uma base sólida para analisar instituições, organizações e o poder de agência que os atores sociais têm no âmbito do campo organizacional. A sub-seção 3.1.2.1 trata, especificamente, da institucionalização das OBHs.

A seção 3.1.3, também está dividida em duas partes. Na sub-seção 3.1.3.1, o leitor poderá conferir definições chave da gestão e da governança dos recursos hídricos sob a perspectiva sistêmica. A sub-seção 3.1.3.2 apresenta fundamentos da teoria sistêmica, (leis, princípios e conceitos) que servem para explicar o comportamento e o desempenho de todos os sistemas.

Na seção 3.1.4 a revisão em cibernética organizacional, estreita o foco para o entendimento da governança de recursos hídricos como um processo contínuo, constituído por meio das relações dinâmicas entre organizações viáveis e as relações que essas estabelecem. Por sua vez, a sub-seção 3.1.4.1 apresenta uma perspectiva sistêmico-cibernética da teoria da organização e estabelece abordagem apropriada para gerenciar e liderar essas organizações.

A seção 3.2 aborda o referencial metodológico da pesquisa. Enquanto a seção 3.2.1 situa o leitor do status paradigmático da pesquisa; a seção 3.2.2 fornece a base metodológica central desta pesquisa que utiliza o VSM como uma estrutura intelectual para lidar com os inúmeros problemas que afetam a humanidade.

3.1 REFERENCIAL TEÓRICO DA PESQUISA

3.1.1 Sobre reformas institucionais e governança dos recursos hídricos

A primeira seção da revisão bibliográfica é dedicada à análise das conquistas e desafios da governança dos recursos hídricos à luz das grandes reformas³ do setor realizadas nas últimas duas décadas. O objetivo é compreender as pré-condições para a governança de recursos hídricos, no que se refere à implementação das reformas institucionais e políticas no setor.

Inicialmente convém reconhecer, que diante de literatura tão abrangente, não há dúvidas de que água e desenvolvimento humano estão inexoravelmente interligados. É interessante notar que em seu livro *A Comparative Study of Total Power* o historiador alemão-americano Karl Wittfogel apresentou análise enfatizando o papel das obras de irrigação, das estruturas burocráticas necessárias para mantê-las, além do impacto que estas tiveram na sociedade. Wittfogel (1957) cunhou o termo "império hidráulico" para descrever as antigas monarquias chinesa, egípcia e babilônica.

Todavia, independente da longa história em torno da gestão dos recursos hídricos, e de sua importância para o estabelecimento de padrões mais amplos de governança que surgiram desde os tempos antigos, Huitema e Meijerink (2017) afirmam que o advento do estado-nação entre os séculos 18 e 20 foi significativo para o desenvolvimento da gestão dos recursos hídricos e, na maioria dos casos, uma ruptura séria com as tradições do passado.

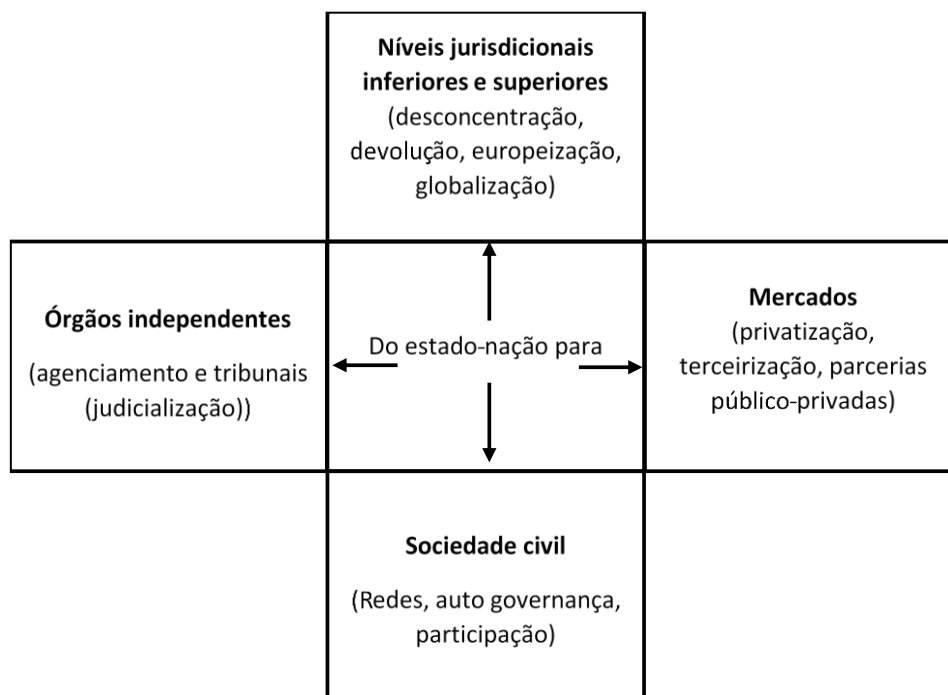
Não seria exagero afirmar que a gestão dos recursos hídricos esteve totalmente implícita no processo de construção das nações. Constata-se que no Brasil, as obras hidráulicas serviram para, em tese, integrar o país. Vários desses projetos tornaram-se pontos focais, revelando o desenvolvimento de habilidades da nossa engenharia. (ABERS & KECK, 2013)

Huitema e Meijerink (2017) argumentam que o poder da maioria dos estados-nação está mudando lentamente, e o poder está se espalhando para outros atores (com ou sem supervisão do governo). Essa mudança, muitas vezes descrita como uma mudança

³ O termo reforma deve ser compreendido como um conjunto de aperfeiçoamentos, a partir das experiências acumuladas, necessário à obtenção de melhores resultados para as políticas, sistemas de gestão e governança ou regimes de alocação de recursos hídricos. (UN, 2006)

do governo à governança começou a ocorrer por volta de 1980 e é sintetizada no diagrama da Figura 6.

Figura 6. Mudanças na governança desde os anos 1980



Fonte: Huitema e Meijerink (2017, tradução nossa)

Entretanto, conforme Gupta et al., (2013) os registros sobre a governança dos recursos hídricos mostram que não há um “centro de gravidade”, no âmbito global, mas sim uma variedade de atores e interesses concorrentes, e não é possível afirmar a existência de consenso real para lidar com a complexidade que envolve a questão.

Conforme demonstrado em *United Nations Economic Commission for Latin America and the Caribbean* (UNU-ECLAC), a importância da governança dos recursos hídricos nas últimas décadas é claramente refletida na série de experiências, propostas e processos de reforma da legislação hídrica e da gestão na maioria dos países da região. (ONU, 2006)

Desde a década de 80 países da América Latina e Caribe promoveram reformas significativas nas políticas de recursos hídricos. Por exemplo, o Brasil adotou uma nova legislação da água e uma política nacional de gestão. O Chile reformou sua lei de água, o setor de abastecimento e saneamento, além de privatizar todas as concessionárias de água. Argentina privatizou o setor hidrelétrico e as concessionárias de abastecimento e

saneamento em diversas cidades. A Colômbia e a Bolívia também privatizaram alguns serviços de saneamento e abastecimento de água. O México reformou sua legislação de água e também privatizou alguns serviços. (ONU, 2006).

De acordo com a ONU (2006), o conteúdo específico desses processos foi determinado por distintas percepções do problema. Em alguns casos, visões restritas ou muito otimistas da gestão dos recursos hídricos e serviços relacionados resultaram no controle monopolista, ou em quadros regulatórios inadequados.

O processo de reformas institucionais no setor hídrico que ocorreram no Brasil nas décadas de 1980 e 1990 foi analisado por Abers e Keck (2013). Os resultados indicam que as reformas produziram instituições “emaranhadas”, consideradas pelas autoras como fruto das forças inerciais das (fortes) reformas institucionais do passado e caracterizadas por uma “grande quantidade de redundância, sobreposição e confusão jurisdicional”. (ABERS & KECK, 2013, p.33, tradução nossa)

Abers e Keck (2013) identificaram quatro tensões, que embutiram à ação política do país grande complexidade: “entre governos centrais e regionais, entre centralismo executivo e fragmentação partidária, entre meritocracia e personalismo, e entre permeabilidade e participação”. (ABERS & KECK, 2013, p. 39, tradução nossa)

Este contexto moldou e trouxe fatores determinantes para a reforma do setor, na década de 1990. Abers & Keck (2013) avaliaram o processo legislativo das reformas e a aprovação da lei que estabeleceu a política de recursos hídricos no estado de São Paulo (Lei nº 7.663/91) e da legislação nacional (Lei nº 9.433/1997), mostrando como um conjunto de diferentes ações de uma diversidade de protagonistas causaram um “excesso de posições influentes” que resultou em textos jurídicos às vezes, consideravelmente, ambíguos. (ABERS & KECK, 2013, p. 56)

Ao discutirem a fragilidade da implementação do novo *framework* institucional brasileiro, Abers & Keck (2013) identificaram muitos desalinhamentos entre a nova legislação, entusiasticamente, apoiada pelos principais atores do setor de recursos hídricos, mas vaga na definição de seus instrumentos.

Em seu relatório sobre a governança das águas no Brasil a OCDE (2015) afirma que, em geral, só os especialistas em recursos hídricos eram a favor do modelo como um todo, e houve concessões para suplantar a oposição favorável à manutenção do *status quo*.

Abers & Keck (2013) postulam possíveis explicações sobre o baixo incentivo para atores poderosos investirem no novo modelo de gestão e no apoio à criação, institucionalização e fortalecimento de novas formas de organização para a gestão dos

recursos hídricos, como os comitês de bacias. Uma delas seria que os influentes especialistas em água podem ter sido “apanhados pela narrativa liberalizante da década de 1990”. (ABERS & KECK, 2013 p. 109)

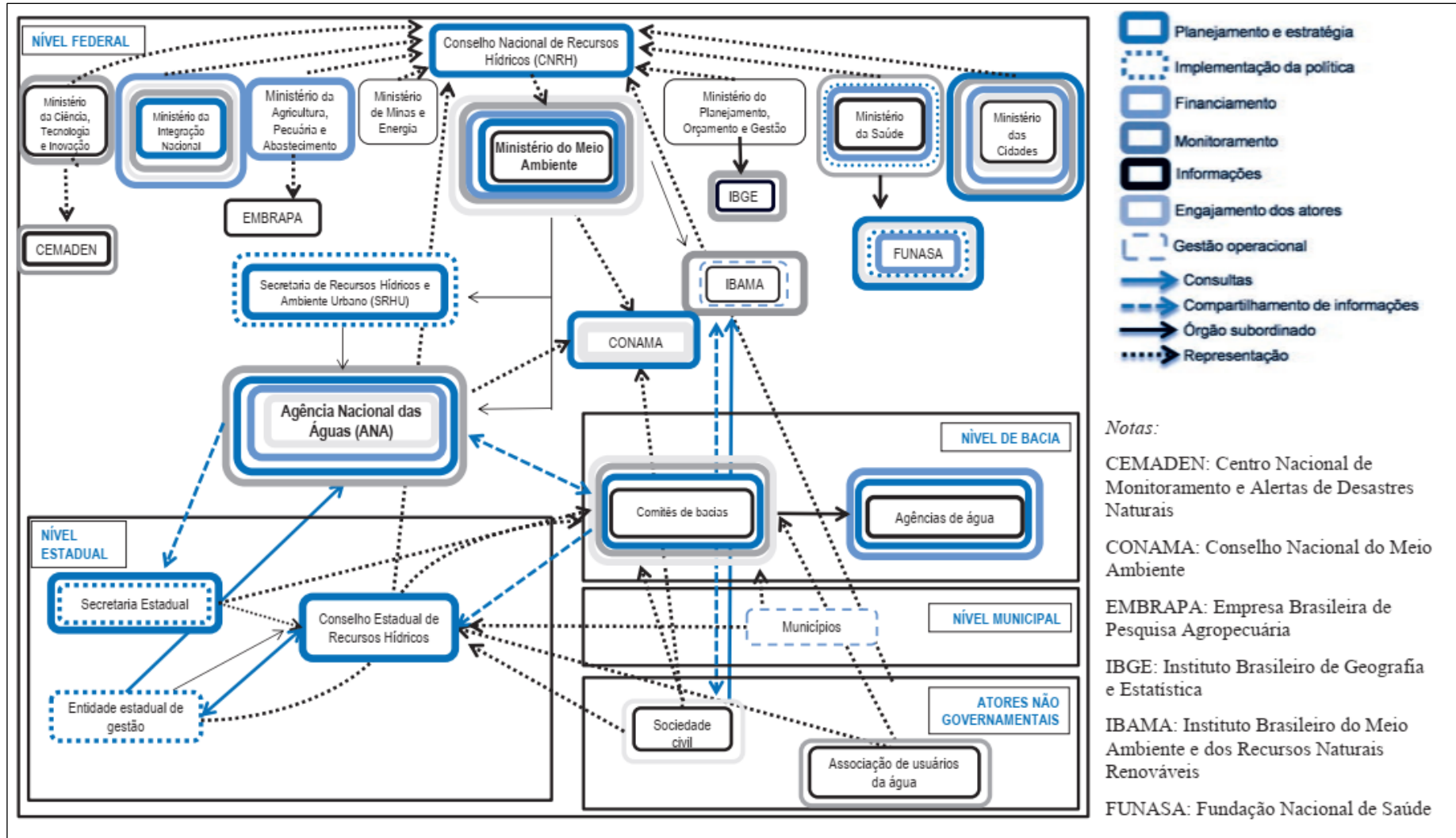
Para a OCDE (2015), a economia política da reforma é um desafio comum a todos os países, especialmente quando se formula política e legislação. Quando existem interesses diferentes ou contraditórios em jogo, a busca de um consenso muitas vezes dilui a efetividade e o alcance da lei que está sendo negociada.

Assim, depois de um século 20 cheio de legislações dispersas, que refletiam os sucessivos ventos políticos (de centralizados para descentralizados, de propriedade estatal para propriedade privada, de permissão ou proibição de investimentos privados), a Lei nº 9.433/1997 estabeleceu a Política Nacional de Recursos Hídricos, as diretrizes e os princípios básicos para os recursos hídricos, como um recurso limitado e um bem público com valor econômico, a ser gerido em escala de bacias hidrográficas, com uma abordagem descentralizada e participativa, envolvendo as jurisdições federais e estaduais. (OCDE, 2015)

De acordo com o artigo 33 da Lei nº 9.433/1997, (alterado pelo Artigo 30 da Lei nº 9984/2000) o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) foi, inicialmente, concebido a partir da composição de instâncias como o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), a Agência Nacional de Águas (ANA), os Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos (CERHs) e do Distrito Federal, os comitês de bacias hidrográficas, as autoridades públicas federais, estaduais, municipais e do Distrito Federal, e as agências de água com jurisdição sobre a gestão dos recursos hídricos. (OCDE, 2015)

Como se observa no diagrama da Figura 7, a formulação e a implementação das políticas de recursos hídricos são, por natureza, altamente fragmentadas e envolvem uma infinidade de partes interessadas e autoridades dos diferentes níveis de governo e áreas de política. A OCDE (2015) afirma que o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SNGRH) ainda é muito heterogêneo, carece de consolidação e enfrenta níveis de implementação muito distintos.

Figura 7. Mapeamento do *framework* institucional formal para a governança dos recursos hídricos no Brasil, introduzido inicialmente pela Lei nº 9.433/1997



Fonte: OCDE (2015)

A subsequente adoção de leis de recursos hídricos pelos estados e a criação de uma variedade de organizações, inclusive os comitês e agências de bacias hidrográficas, conselhos de recursos hídricos estaduais e nacional, sem dúvida, contribuíram para fortalecer o arcabouço de políticas para os recursos hídricos. A ideia de criar comitês de bacias hidrográficas e suas agências executivas correspondentes em todo o país, bem como os conselhos de recursos hídricos em todos os estados era ambiciosa. (OCDE,2015)

Contudo, a OCDE (2015), destaca que muitos dos atuais desafios da governança dos recursos hídricos no Brasil estão enraizados na reforma incompleta e nas ambiguidades resultantes. Em particular, a **ausência de coordenação** para a coerência política, a integração e o gerenciamento das interdependências em vários níveis, planos e partes interessadas geram grandes desafios de implementação no país.

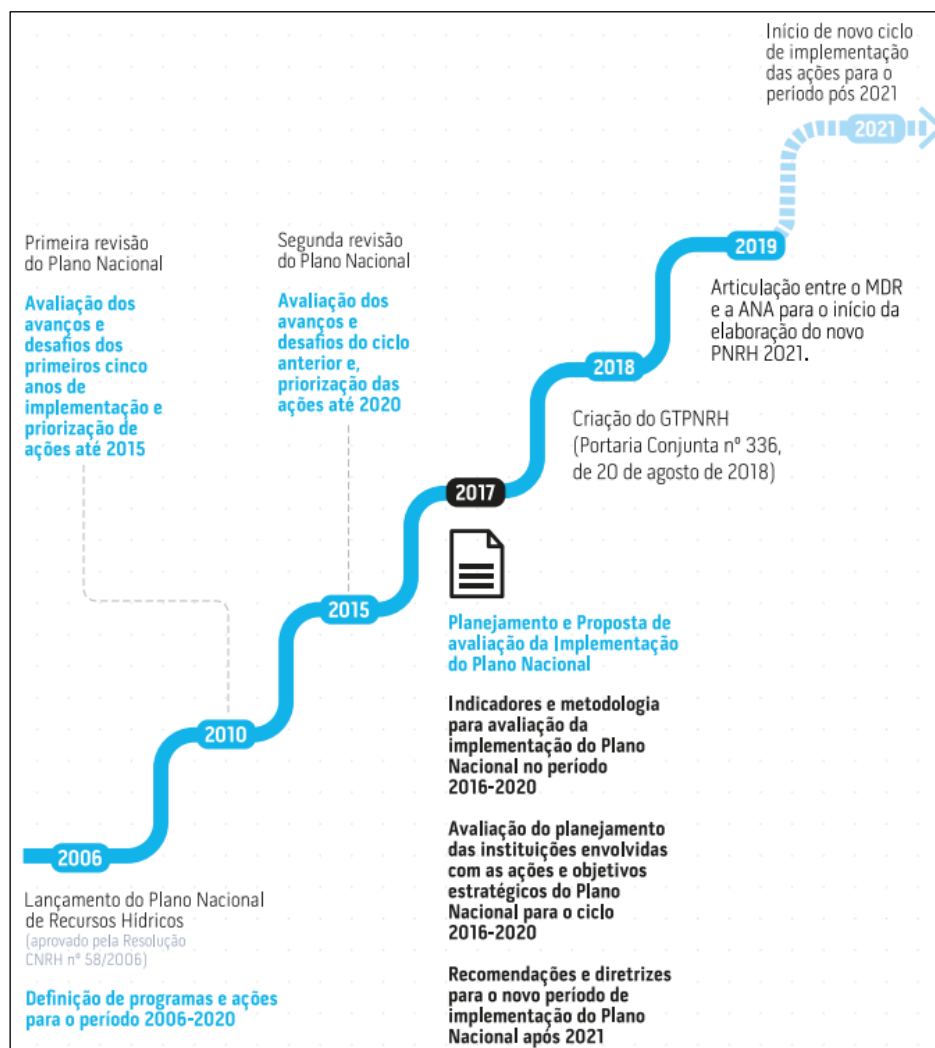
Na verdade, em grande medida, algumas das tensões e dificuldades na negociação das sucessivas leis de recursos hídricos brasileiras ainda estão presentes. **Isso quer dizer que qualquer avaliação da efetividade da governança dos recursos hídricos deve levar em conta problemas estruturais (ao invés das dificuldades incidentais ou transitórias), que precisam ser compreendidos e mitigados.** (OCDE, 2015, grifo nosso)

Na atual estrutura do Governo Federal, o Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR), por meio da Secretaria Nacional de Segurança Hídrica (SNSH), é o órgão responsável pela Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), contando em sua estrutura institucional com o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) e com a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), como autarquia vinculada. (MP nº 870/2019, convertida na Lei nº 13.844/2019).

Cabe ao MDR, por meio da SNSH, a coordenação da elaboração, das revisões e do acompanhamento do Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), contando com a participação da ANA, por meio do aporte técnico necessário para elaboração das suas etapas e em articulação com o CNRH, por meio da sua Câmara Técnica de Planejamento e Articulação (CTPA). (Lei nº 13.844/2019)

No fim de 2020 a vigência do atual PNRH (2006-2020) findou, no entanto, com a situação da pandemia de COVID-19 e as medidas adotadas pelo Governo Federal e Unidades da Federação para contenção da transmissão da doença, foi necessário o adiamento das atividades previstas para a elaboração do novo PNRH e, por meio da Resolução nº 216/2020, o CNRH prorrogou a vigência do atual PNRH para 31/12/2021. A Figura 8 apresenta a linha tempo da implementação e revisão do PNRH (2006-2020).

Figura 8. Linha do tempo da implementação e revisão do PNRH 2006



Fonte: ANA (2019)

A elaboração do PNRH 2022-2040 tem como foco estabelecer diretrizes, programas e metas, pactuados social e politicamente, por meio de um amplo processo de discussão, a partir de uma base técnica consistente, considerando o horizonte temporal 2022-2040. (Documento base PNRH 2022-2040)

Interessante pontuar a contribuição efetivada pelo Comitê de Bacia Hidrográfica Rio Formoso (CBHRF) na oficina organizada pelo MDR e ANA no dia 04/05/2021, na qual a autora deste manuscrito participou como representante do seguimento acadêmico. O CBHRF manifesta-se sobre a questão dos avanços e desafios identificados no período do PNRH em vigência (2006-2021) e revela ponto importante sobre as dificuldades que enfrenta para implementar os instrumentos da política de recursos hídricos:

...cobrança aprovada, mas não implementada. Alguns usuários de irrigação com sistema de monitoramento por telemetria, averiguando vazões de outorga e garantindo acurácia e eficiência. (BRASIL, 2021, p. 9)

Em tese, a cobrança seria o instrumento mais poderoso dos comitês, tanto no sentido de promover um uso mais racional da água, como para gerar recursos para ações e projetos de proteção e recuperação dos recursos hídricos. Vejamos, o que observa Abers & Keck:

Em geral, o novo modelo de gestão não tem correspondido às expectativas nele investidas; **tem sido difícil instituir a cobrança pelo uso da água** e, geralmente, os Estados têm sido omissos na implementação de outros instrumentos de gestão. Por estarem na base da estrutura decisória, **os comitês somente serão efetivos se os órgãos gestores federais e estaduais reconhecerem a sua autoridade e implementarem as suas decisões.** (ABERS & KECK, 2004 p. 58, grifo nosso)

Outra peça-chave no contexto organizacional da bacia hidrográfica que ainda não foi amplamente instituída, é a Agência de Bacia (AgB), comumente denominadas de “braço executivo” dos comitês, encarregadas de apoio técnico e administrativo às atividades dos comitês, incluindo aquelas relacionadas à cobrança. (ABERS & KECK, 2004)

A UNESCO (2020), estima que o uso global de água aumentou seis vezes nos últimos 100 anos e continua a crescer continuamente a uma taxa de cerca de 1% ao ano como resultado do aumento da população, do desenvolvimento econômico e da mudança nos padrões de consumo.

Ademais, combinado com um abastecimento mais errático e incerto, a UNESCO (2020) declara que a mudança climática agravará a situação das regiões que atualmente sofrem com escassez de água e gerará estresse hídrico em regiões onde os recursos hídricos ainda são abundantes hoje.

Na Agenda 2030, a água serve como um fator de conexão (muitas vezes) não reconhecido, mas essencial para atingir os diferentes Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Para a UNESCO (2020), a falha em se adaptar às mudanças climáticas não apenas coloca a realização do ODS 6 (a "meta da água") em risco, mas também prejudica a realização da maioria dos outros ODS.

Não existem soluções claras para esses desafios e o Brasil está em um processo de mudança. Mas, hoje se reconhece que o intenso engajamento das partes interessadas e

a ampla mobilização social não devem se sobrepor aos sólidos conhecimentos técnicos e ao exercício da autoridade pública. (OCDE, 2015)

Um quadro estratégico nacional que inclua os recursos hídricos nos objetivos do governo relacionados à energia (especialmente a energia hidrelétrica), agricultura e indústria (grandes usuários de água) está sendo discutido no âmbito da revisão do PNRH (2022-2040). (BRASIL, 2021)

Percebe-se pela própria formatação do processo de revisão do PNRH que além das regiões brasileiras, o trabalho contempla, o debate setorial e onexo água-alimento-energia⁴. As oficinas setoriais, realizadas pela ANA têm como objetivo reunir contribuições ao conteúdo do diagnóstico e prognóstico dos recursos hídricos no Brasil, com foco no saneamento, energia, irrigação e agricultura, indústria e mineração, transporte aquaviário, além da pesca e turismo. E também a identificação das tendências para esses setores e de questões relevantes para o Plano de Ação do PNRH 2022-2040. (BRASIL, 2021)

Por fim, recorre-se a Molle (2008) para concluir que a análise das condições para se implementar a política de recursos hídricos revela a importância das dimensões cognitivas e ideológicas na formulação de discursos de política, no caso fundamentadas pela GIRH. As ideias nunca são neutras e refletem os cenários sociais específicos em que emergem, as visões de mundo e os interesses daqueles que têm o poder de definir os termos do debate, de legitimar opções específicas e descartar outras, e de incluir ou excluir grupos sociais específicos.

3.1.2 Teoria neoinstitucional e mudanças institucionais: conceitos-chave

Nesta seção, o foco está nas bases que sustentam as relações entre as organizações e seu *framework* institucional, na medida em que ambos impactam nos processos de reforma do setor de recursos hídricos e, portanto, na mudança institucional.

⁴ O nexo água-energia-alimento tornou-se um conceito popular em pesquisas sobre mudanças ambientais e debates políticos. Os proponentes sugerem que uma abordagem de nexos promove a coerência das políticas por meio da identificação de combinações ótimas de políticas e arranjos de governança nos setores de água, energia e alimentos. (Weitz, et al. 2017, p. 165, tradução nossa)

De acordo com Köchli (2020), o neoinstitucionalismo é considerado uma das mais amplas teorias interdisciplinares. Suas principais vertentes concentram-se nos campos da economia, ciência política, psicologia-cultural e sociologia.

Scott (2014) conceitua as instituições como constructos coletivos representados por regras e procedimentos que permitem que indivíduos e organizações atendam às demandas cotidianas da sociedade.

Segundo Kochli (2020), a teoria institucional trata, de como e por que esses construtos surgem e mudam. A autora prossegue explicando que as escolas tradicionais desta teoria analisaram as instituições de forma isolada (por exemplo, puramente econômica, legal ou política). De outro modo, os neoinstitucionalistas consideram a lógica institucional de uma forma relacional e interdependente.

Para Seppälä (2004), os termos e conceitos institucionais são frequentemente utilizados de maneira pouco clara. Diferentes escolas das ciências econômicas e da gestão, por exemplo, - economia neoclássica e institucional - utilizam diferentes definições e conceitos até mesmo para os mesmos fenômenos.

Segundo Seppälä (2004) o termo “instituição” tem sido utilizado de forma equivocada, com significado de organizações ou de atores organizacionais. Assim, convém esclarecer ao leitor que o institucionalismo faz uma distinção clara entre organizações e instituições.

Na linguagem do economista, as instituições definem e limitam o conjunto de escolhas dos indivíduos. As restrições institucionais incluem o que os indivíduos são proibidos de fazer e, às vezes, sob quais condições alguns indivíduos têm permissão para realizar certas atividades. Elas são análogas às regras do jogo em equipe de esporte competitivo. (NORTH, 1990)

A noção de que uma instituição é um recurso, juntamente com trabalho, capital e tecnologia é refletida por Ostrom et al.:

A lei é uma instituição que faz parte do modo de produção de uma sociedade, tanto quanto terras agrícolas e máquinas; terras agrícolas ou máquinas não são nada, a menos que funcionem, e a lei é parte integrante de sua operação. (OSTROM et. al., 1988, p. 440, tradução nossa)

Entretanto, ao contrário das regras de esportes em equipe, essas diretrizes muitas vezes surgem "espontaneamente", como subprodutos de escolhas individuais, ao invés de deliberadamente por meio de ação coletiva (KLEIN, 2000, p. 458, tradução nossa). Portanto, as instituições são recursos sociais, que determinam as relações entre

indivíduos, grupos e organizações, além disso, as instituições possibilitam ou desabilitam o desenvolvimento da sociedade. (WEGERICH, 2001)

Por outro lado, em Tuomi (1999) apud Seppälä (2004 p. 44, tradução nossa) encontra-se que “organização é um conceito difícil de definir com precisão”. De acordo com North (1990), as organizações são como os jogadores de um jogo, enquanto as instituições são como as regras do jogo.

Para Seppälä (2002) as instituições relacionadas com a gestão dos recursos hídricos podem ser amplamente categorizadas como: (i) políticas, (ii) legais, (iii) administrativas e (iv) informais. Por sua vez, as organizações são os atores e partes interessadas que desempenham funções específicas em vários estágios do gerenciamento dos recursos hídricos.

Em termos funcionais, Hobley & Shields (2000) escrevem que as instituições determinam as relações de poder entre o Estado e os cidadãos; a distribuição de equidade entre os cidadãos e têm um efeito indireto nos meios de subsistência socioeconômica. Os autores descrevem seu pensamento em uma analogia interessante: “as instituições definem a configuração de um terreno (a arquitetura) da mesma forma que canais e tubulações determinam o fluxo de água em um sistema de irrigação”. (HOBLEY & SHIELDS, 2000, p.11, tradução nossa)

A ideia sobre as funções das instituições, como sugerida por Hobley & Shields (2000), está conectada às estruturas horizontais e hierárquicas da sociedade. Conseqüentemente, tanto as instituições quanto as organizações podem ter unidades diferentes em diferentes níveis (WEGERICH, 2001). Este ponto é tratado na análise de Douglas e Wildavsky, eles argumentam que “**uma hierarquia burocrática de sucesso inclui muitas subunidades de interação**”. (DOUGLAS & WILDAVSKY, 1982, p.91, tradução nossa, grifo nosso).

De acordo com North (1990), as instituições - formais e informais - e os incentivos institucionais são as determinantes subjacentes do desempenho de longo prazo das economias. A tensão entre as instituições formais e informais impulsiona a mudança institucional. Não obstante, as instituições resistem à mudança, sendo que as instituições informais, geralmente, são mais resilientes do que as formais.

Essas instituições informais incluem: (i) regras que não são explicitamente criadas pela ação coletiva e nem formalmente implementadas por organizações de fiscalização, (ii) normas e convenções que não têm *status* legal, mas devem ser seguidas por todos os

atores, e (iii) códigos comportamentais, atitudes e outros padrões éticos de conduta. (EGGERTSSON, 1997; NORTH, 1990)

De acordo com Seppälä (2004), se o *framework* institucional não funciona adequadamente, isto é, se não fornece um ambiente propício para o sistema de atividade humana e seus atores funcionarem com sucesso, há necessidade de mudança institucional.

Além de ser um processo complicado, que pode ter várias razões, a mudança institucional é um elemento crucial no processo de reforma no setor de recursos hídricos (CHALLEN, 2000; LIVINGSTON, 1993, 2018; NORTH, 1990; WEGERICH, 2001; SEPPÄLÄ, 2002).

Os custos da mudança são dependentes do conjunto de regras distinguidas por Ostrom et al., (1994) a partir de três níveis distintos: regras operacionais, regras de escolha coletiva e regras de escolha constitucional, sendo os maiores custos para alterações de regras de escolhas constitucionais. Os autores ainda destacam:

Mudanças em regras de nível mais profundo geralmente são mais difíceis e mais caras de realizar, aumentando assim a estabilidade das expectativas mútuas entre os indivíduos interagindo de acordo com um conjunto de regras. (OSTROM, 1994, p.52, tradução nossa)

A mudança institucional depende ainda: (i) da estabilidade das instituições; (ii) das fontes das mudanças, (iii) do agente de mudança e (iv) da direção da mudança e da dependência da trajetória⁵. Organizações e instituições interagem, e o desenvolvimento das organizações também pode alterar as instituições. **Indivíduos e organizações estabelecem instituições com base em suas informações incompletas, mas novas informações podem desencadear mudanças institucionais.** (NORTH, 1990; SEPPÄLÄ, 2002)

A mudança institucional também pode ocorrer quando um número suficiente de indivíduos é capaz de “interromper” a instituição. Essa situação, reforça que a posição de poder dos indivíduos é importante. Mudanças no papel e na posição dos grupos de atores sociais também podem causar mudança institucional. (WEGERICH, 2001)

As instituições mudam quando os benefícios para as partes interessadas são altos e quando as mudanças não ameaçam seus interesses. Diferentes grupos de partes interessadas têm interesses diferentes. Toda instituição está sujeita a influências e, portanto, a mudanças, e as mudanças podem ser intencionais ou não. (OLSON, 1999)

⁵ *Path dependency* é um conceito do institucionalismo histórico que transmite a ideia de um longo período de tempo, de considerável estabilidade, na formulação de políticas públicas - dependência da trajetória das políticas - que pode ser pontuado por turbulentos momentos formativos. (Seppälä, 2004)

Conforme discutido em Seppälä (2002), as instituições podem frequentemente mudar como resultado de conflito ou crise. Para ele, as instituições e organizações de gestão dos recursos hídricos nos países em desenvolvimento são frequentemente burocráticas e orientadas de cima para baixo. Assim, sua resistência à mudança pode ser naturalmente alta.

No contexto brasileiro, por exemplo, uma federação historicamente centralizada, as decisões sobre a gestão dos recursos hídricos são, frequentemente, tomadas pelo governo federal e então executadas pelos governos regionais e locais de forma bastante homogênea. (GRANJA & WARNER, 2006))

As instituições podem mudar gradualmente, passo a passo ou em saltos repentinos (SEPPÄLÄ, 2002). Segundo Aoki (2001), o *framework* institucional pode mudar como resultado de: (i) choques aleatórios no sistema social, ou (ii) grandes mudanças exógenas nos conjuntos de escolha objetiva dos atores - como a introdução de novas tecnologias ou políticas externas - ou nos conjuntos de escolha subjetiva dos atores devido à sua racionalidade limitada.

Nelson & Sampat (2001) consideram que a mudança institucional é, em grande medida, induzida por outras mudanças na forma como atividades são realizadas. **Assim, é vista como um processo evolutivo cultural gradual, envolvendo muitas tentativas e erros e aprendizagem com os erros.**

North (1990) acredita que as **instituições normalmente mudam de forma incremental**, em vez de ao mesmo tempo, e a mudança também depende da trajetória da dependência. O autor apoia a mudança induzida pela demanda e recusa a ideia de que a mudança institucional é uma tentativa de aumentar a eficiência.

Segundo North (1990), **as instituições ineficientes permanecem inalteradas se tiverem o apoio necessário. As instituições disfuncionais podem permanecer em funcionamento devido à trajetória da dependência ou às informações imperfeitas sobre ganhos futuros.**

Wegerich (2001) ressalta a importância da mudança institucional para a formulação de políticas e instituições de gestão de recursos comuns:

Recursos comuns - como água em alguns casos - podem ser gerenciados em nível local apenas se as principais partes interessadas estiverem envolvidas na elaboração e implementação da política. Essas estruturas devem ser mediadas para que os antigos interessados não possam tirar proveito da nova instituição para reforçar sua posição de poder. A mediação pode vir de iniciativas de base ou de cima para baixo. (WEGERICH, 2001, p. 24, tradução nossa)

As ideias de Wegerich (2001) estão em conformidade com as conclusões apresentadas por Seppälä (2002) sobre o papel da mudança institucional e os requisitos para um processo de reformas bem-sucedidas. Para ambos as mudanças institucionais fundamentais para reformar o setor de recursos hídricos podem ser alcançadas por meio de uma abordagem integrada e de sinergia interdimensional, tal qual se propõe a Gestão Integrada dos Recursos Hídricos (GIRH).

Por fim, com Livingston (1993, 2018) concluímos que a economia institucional fornece uma perspectiva alternativa que pode ser usada para descrever e avaliar problemas de política de recursos hídricos e a mudança institucional. A base normativa empregada é o valor instrumental, ao invés da eficiência. Senão, vejamos:

Os institucionalistas abraçam a noção de "valor instrumental". O valor está vinculado à "continuidade da vida humana e à reprodução não agressiva da comunidade" [Tool, 1979, p. 300]. Em termos mais simples, o adjetivo instrumental significa que a função última dos sistemas econômicos e do arranjo institucional é a sobrevivência e o bem-estar dos indivíduos e do sistema ao longo do tempo. Esta teoria de valor é baseada na "eficiência de nível superior", onde, em um contexto intertemporal, a comunidade humana continua a ser uma preocupação, no mínimo e, idealmente, o potencial para o desenvolvimento humano é ampliado. (LIVINGSTON, 1993, 2018 p. 816, tradução nossa)

3.1.2.1 O conceito de Organizações de Bacias Hidrográficas (OBHs): a fusão entre o institucionalismo e a governança dos recursos hídricos

A bacia hidrográfica é apresentada como um conceito bem definido, tão incontroverso quanto seu delineamento físico como sendo a área de drenagem de um rio principal e seus tributários, composta de sub-bacias e a menor unidade é a microbacia (CUNHA & COELHO, 2003).

Para Molle (2009), além de sua relevância como uma unidade geográfica para fins de desenvolvimento e gestão de recursos hídricos, a bacia hidrográfica é também uma construção política e ideológica, com suas representações e justificativas discursivas, intimamente ligada a mudanças nas configurações escalares, tanto ecológicas quanto em termos de regime regulatório ou de governança.

Conforme Cannon (2000), três características das bacias hidrográficas são fundamentais para uma análise institucional: i) as bacias hidrográficas não se conformam aos limites de jurisdições políticas; ii) as bacias hidrográficas são sistemas recursivos; e iii) as bacias hidrográficas são sistemas dinâmicos complexos.

Nota-se em Huitema et al., (2009), que a abordagem da GIRH na escala da bacia hidrográfica está, principalmente, relacionada às “falhas” percebidas nas instituições, o que inclui: i) o reconhecimento de interdependências na escala da bacia hidrográfica; ii) a falta de cooperação entre as organizações; e iii) a falta de transparência.

Schlager e Blomquist (2008), caracterizam o debate sobre a governança dos recursos hídricos em geral, e sobre as Organizações de Bacias Hidrográficas (OBHs) em particular, como sendo de natureza tecnocrática. Os autores admitem que as OBHs são frequentemente propagadas como uma alternativa às instituições existentes. Que por sua vez, são consideradas fragmentadas, ineficientes, incapazes da ação necessária por parte da política e motivadas por outras preocupações para além da gestão dos recursos hídricos.

Schlager e Blomquist (2008) apresentam vários pontos importantes sobre suas suposições. Os autores sugerem que a substituição dos arranjos institucionais existentes por OBHs tem implicações importantes para a natureza da tomada de decisão pública. **A tese central dos autores é que as OBHs, simplesmente, não podem ser ignoradas, mesmo em um sistema projetado para evitá-las, e que politicagem (*politicking*) é simplesmente a maneira como as coisas são feitas.**

Consta em Molle (2009), que o processo de institucionalização das OBHs foi difundido com apoio de organizações internacionais e inspirado por vários modelos, impulsionados por países como os EUA, Austrália ou França. De todo modo, Schmeier (2013), adverte que o conceito subjacente às OBHs precisa ser esclarecido, pois embora o termo seja usado na grande maioria dos estudos sobre cooperação institucionalizada, poucos autores tentaram definir o que uma OBH realmente é.

Para Schmeier (2013) e Kittikhoun & Schmeier (2021), que estudaram OBHs no contexto da governança de águas transfronteiriças, uma OBH é definida com base na teoria do regime⁶, como uma instituição que fornece um conjunto de princípios institucionalizados, normas, regras e mecanismos em torno dos quais as expectativas dos atores convergem para a governança de recursos hídricos.

Em Kittikhoun & Schmeier (2021) as OBHs são organizações especializadas, estabelecidas por autoridades políticas ou em resposta às demandas das partes interessadas. As OBHs são caracterizadas por uma variedade de arranjos institucionais, bem como pela realização de atividades técnicas e econômicas.

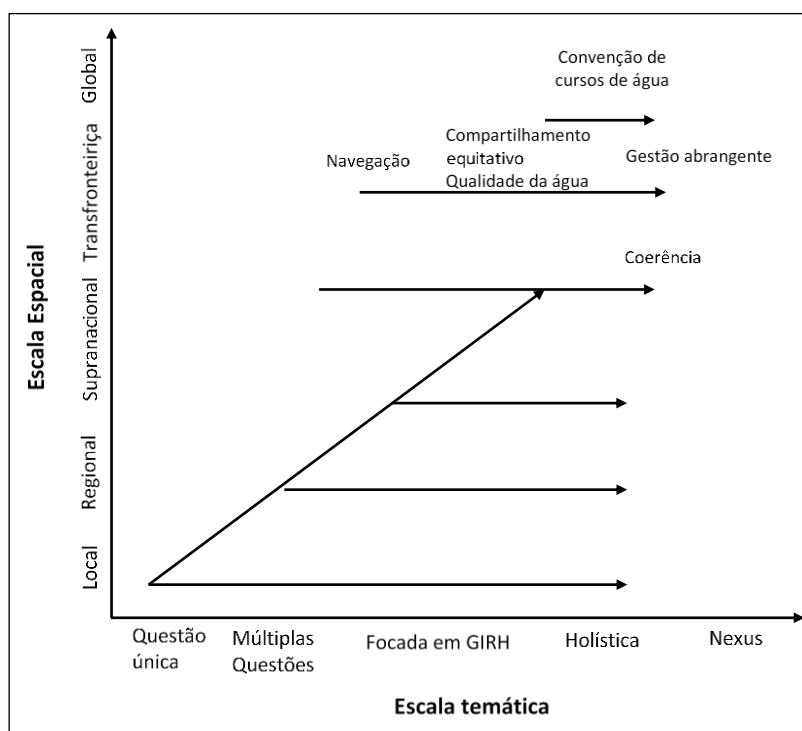
⁶ Os regimes internacionais são definidos como princípios, normas, regras e procedimentos de tomada de decisões ao redor dos quais as expectativas dos atores convergem em uma dada área-tema (Krasner, 2012).

Embora seu propósito político geralmente não seja declarado explicitamente, as OBHs contribuem para a estabilidade política e servem como canal de comunicação útil em situações de tensão e disputas. (KITTIKHOUN & SCHMEIER, 2021)

De acordo com Jaspers & Gupta (2014), as OBHs datam de vários milhares de anos, mas a institucionalização em uma forma moderna pode ser rastreada por volta de 300 anos atrás na Europa, quando, no rescaldo do advento da Revolução Industrial, o comércio e o transporte por vias navegáveis tornaram-se importantes e o uso de água aumentou consideravelmente. Assim, gradualmente, ocorreu a proliferação de OBHs com características muito diferentes.

O termo OBH aparece em todo o mundo como instituições existentes ou arranjos futuros para reformas no setor de recursos hídricos. “O termo é uma colcha de retalhos que cobre tipos diversos de organizações, com tarefas e responsabilidades muito distintas”. (JASPERS & GUPTA, 2014, p. 39, tradução nossa). O diagrama da Figura 9 apresenta um diagrama que ilustra a evolução das OBHs ao longo da história.

Figura 9. Evolução das OBHs nas escalas espacial e temática ao longo do tempo



Fonte: adaptado de Jaspers & Gupta (2014)

No eixo X do diagrama, observa-se que em termos de escala, as OBHs começaram como organizações de base comunitária, evoluindo, segundo Jaspers & Gupta (2014),

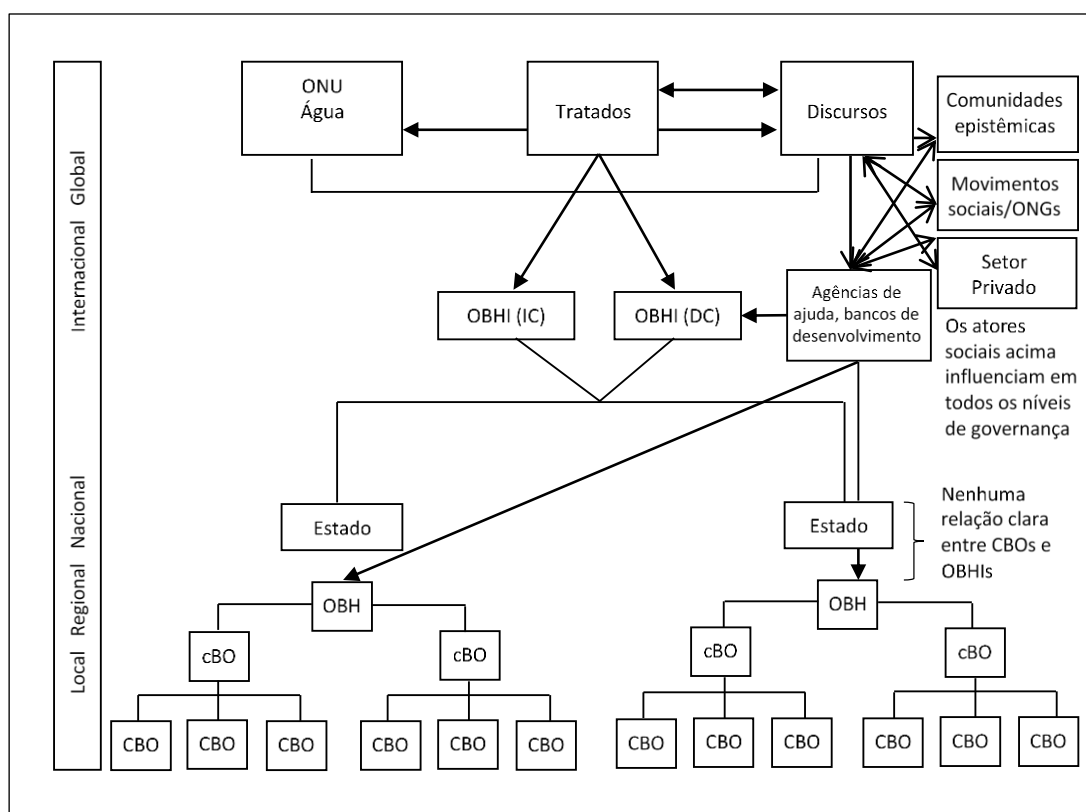
para organizações cada vez maiores em escala, agora definidas como OBHs mais centralizadas que operam em rios nacionais e transfronteiriços.

No eixo Y, Jaspers & Gupta (2014) mostram que as OBHs evoluíram de um modelo político de discussão de como alocar recursos para um modelo burocrático, mais tecnocrático e que, frequentemente, discute as mesmas questões de alocação, mas por meio de procedimentos burocráticos e modelos de otimização mais complexos.

Ao analisarem as OBHs a partir da perspectiva das mudanças institucionais, Jaspers & Gupta (2014) observam que, inicialmente, eram principalmente órgãos de um único nível, agora estão cada vez mais se desenvolvendo em organizações de vários níveis hierarquicamente integradas.

O diagrama da Figura 10, ilustra a densidade crescente da estrutura organizacional que opera em vários níveis de governança e tem várias influências de diferentes atores sociais, segundo Jaspers & Gupta (2014).

Figura 10. *Framework* organizacional da OBH em vários níveis



Nota: CBO: organização de base comunitária; cBO: organização baseada na sub-bacia; OBH: organização baseada na bacia; OBHI: organização baseada em rio internacional; IC: país industrializado; DC: país em desenvolvimento.

Fonte: adaptado de Jaspers & Gupta (2014)

Pode-se dizer que as OBHs são uma realidade aceita, um conceito aplicado globalmente com suas vantagens e desvantagens. “As OBHs institucionalizaram a política de compartilhamento e gestão da água por meio de um arsenal de ferramentas e técnicas de caráter altamente tecnocrático”. (JASPERS & GUPTA, 2014 p. 47, tradução nossa)

Schmeier (2013), discute os mecanismos de governança dos recursos hídricos em bacias hidrográficas. Esses, por sua vez, referem-se aos diferentes instrumentos que uma OBH fornece aos seus membros, incluindo meios para compartilhar dados e informações, fóruns apropriados para resolver disputas ou para incluir as partes interessadas na bacia.

Além disso, Schmeier (2013) é categórica ao afirmar que a definição de uma OBH implica algum grau de vinculação, robustez e institucionalização: em primeiro lugar, a existência de uma OBH implica que os membros (ou outros atores) assinem e se comprometam com um acordo juridicamente vinculativo. Em segundo lugar, a definição de OBHs implica cooperação institucionalizada robusta, com o compromisso dos participantes em se envolverem por um longo período de tempo.

Partindo deste ponto de vista, a OCDE (2015), afirma que no Brasil as organizações de propósito especial, como os Comitês de Bacias Hidrográficas (CBH), suas complexas estruturas, com sobreposições em algumas áreas e espaços vazios em outras, criam custos de transação que penalizam, severamente, a implementação de qualquer modelo de governança e são vistos por muitos usuários como um desperdício de recursos, desacreditando o sistema.

Com efeito, observa-se que há um paradoxo em dar poderes deliberativos as OBHs e manter todos os poderes executivos nos órgãos gestores no nível federal e estadual. As OBHs, aprovam os planos de bacias hidrográficas, mas frequentemente não têm meios para implementá-los, tampouco os órgãos gestores estaduais, porque esses planos não são suficientemente precisos, realistas ou viáveis. (OCDE, 2015)

Para a OCDE (2015) essa situação está na origem da frustração e do abandono. Uma abordagem mais pragmática deverá promover o engajamento dos atores envolvidos orientados para resultados, bem como definir os formatos das instituições, de acordo com suas pretendidas funções.

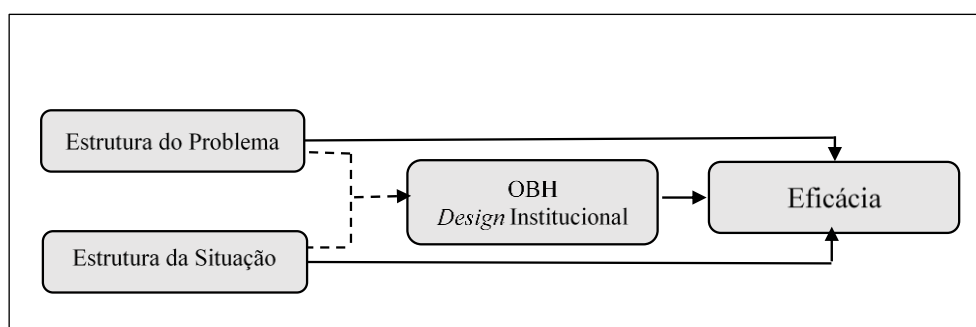
De acordo com Schmeier (2013) a eficácia da governança de bacias hidrográficas depende de uma série de fatores explicativos que podem ser agrupados em duas categorias principais: fatores exógenos, relacionados à natureza do problema da ação coletiva e à

constelação de atores sociais da bacia; e fatores endógenos, referindo-se ao que é encontrado dentro da “caixa preta” das OBHs.

Esses fatores determinam em que medida uma OBH é capaz de superar problemas de ação coletiva relacionados à água e de garantir o desenvolvimento sustentável da bacia hidrográfica e seus recursos para o crescimento econômico e o desenvolvimento social, como pressupõe a GIRH. (SCHMEIER, 2013)

A estrutura apresentada no esquema da Figura 11 reflete a cadeia causal da eficácia da OBH. Com base nessa estrutura, o *design* institucional das OBHs é o que mais importa. As OBHs adequadamente projetadas podem superar até mesmo problemas de ação coletiva altamente complexos e constelações adversas de atores. (SCHMEIER, 2013)

Figura 11. Cadeia causal de eficácia da OBH



Fonte: Schmeier (2013)

Por outro lado, Schmeier (2013) adverte que bacias hidrográficas com problemas menores de ação coletiva e estruturas de situação geralmente favoráveis permanecem governadas de forma insustentável se a respectiva OBH sofre de problemas de *design* institucional e não fornece os instrumentos necessários para a governança.

Huitema & Meijerink (2017) levam essa discussão adiante, fazendo perguntas sobre os efeitos que a política tem sobre a viabilidade e o *design* institucional das OBHs. Ao lançarem luz sobre estes aspectos, contribuem para um debate mais informado em situações em que as OBHs são consideradas uma opção para melhorar o regime de governança.

Além disso Huitema e Meijerink (2017) apresentam uma tipologia de organizações de bacias hidrográficas que são distinguidas entre organizações autônomas de bacias hidrográficas, agências, coordenação de organizações de bacias e parcerias.

As organizações autônomas de bacias hidrográficas têm garantia constitucional, posição independente e têm seus próprios mecanismos para controle democrático. Agências são organizações de bacias hidrográficas criadas pelo estado para realizar um número limitado de tarefas especializadas. (HUITEMA & MEIJERINK, 2017)

Coordenação de organizações de bacia são fundadas como um facilitador da coordenação entre organizações que têm responsabilidades no campo da gestão da água. As parcerias são arranjos ascendentes de governança, que incluem organizações da sociedade civil. (HUITEMA & MEIJERINK, 2017)

As OBHs de acordo com Huitema & Meijerink (2017), são, portanto, propostas para promover a economia, o desenvolvimento, a redução da pobreza, para servir a agricultura e geração de energia, mas também para promover objetivos ecológicos. Assim, a proposta de se estabelecer uma OBH não abarca a noção de neutralidade, pois certos objetivos seriam priorizados em detrimento de outros quando as propostas são discutidas e aprovadas nessas instâncias.

A partir da história das OBHs é possível estudar sua evolução, rastrear os impactos que vários novos discursos tiveram sobre seu *design* institucional, e incorporar lições com as experiências que os gestores de recursos hídricos ganharam com essas organizações de propósito especial. (HUITEMA & MEIJERINK, 2017)

Portanto, como as paisagens aquáticas interconectadas e aninhadas podem ser gerenciadas por níveis políticos/administrativos e sociais aninhados descontinuamente, permanece uma questão fundamental, alimentando uma busca sem fim por sistemas de governança elusivos que uniriam a natureza e a sociedade. (MOLLE, 2009)

Conclui-se que o diagnóstico e *design* de instituições e organizações capazes de lidar com problemas complexos de forma eficaz, é um dos principais desafios para a governança dos recursos hídricos deste século. E é, exatamente, na busca dessa habilidade e competência que esta pesquisa se concentra.

3.1.3 Dinâmica dos regimes de governança como processos de aprendizagem em Sistemas Adaptativos Complexos (CAS)

Conforme demonstrado nas seções anteriores, a ideia de integrar os vários usos e funções da água não é uma novidade. A má gestão ou intervenções concebidas de forma muito restrita, invariavelmente, levaram a um apelo renovado por uma abordagem

"unificada", "abrangente" ou "holística" na qual a bacia hidrográfica apareceu como unidade espacial de análise.

Esta seção está dividida em duas partes. A primeira foca nas definições chave de gestão e da boa governança dos sistemas adaptativos complexos. A segunda parte apresenta fundamentos da teoria sistêmica, (leis, princípios e conceitos) que servem para explicar o comportamento e desempenho de todos os sistemas.

3.1.3.2. *Systems Thinking* para gestão e governança dos recursos hídricos

Inicialmente, constata-se pela literatura consultada que não há uma distinção clara entre os termos “gestão de recursos” e “governança”, sendo ambos, muitas vezes, utilizados de forma análoga. Segundo Pahl-Wostl et al., (2012), a gestão dos recursos hídricos refere-se às atividades de analisar, monitorar, desenvolver e implementar medidas para manter o estado do recurso dentro de limites desejáveis.

De outro modo, o conceito de boa governança de recursos hídricos leva em consideração os diferentes atores e redes que ajudam a formular e implementar a política e seus instrumentos, sendo definida pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), como:

O exercício da autoridade econômica, política e administrativa para gerir os assuntos de um país em todos os níveis. A boa governança é caracterizada como participativa, transparente, responsável, eficaz, equitativa e promotora do Estado de Direito. (UNDP, 1997, p. 6, tradução nossa)

Portanto, a gestão dos recursos hídricos implica governança de um complexo sistema sócio ecológico em diferentes escalas no espaço e no tempo. A escala espacial selecionada tem implicações para as fronteiras biofísicas e o nível administrativo dos atores envolvidos em um sistema de governança. **A governança dos recursos hídricos na escala da bacia hidrográfica não deveria operar de forma isolada, mas levando-se em conta a complexa paisagem institucional.** (PAHL-WOSTL, 2015)

Para Stoker, (1998), os processos de governança não se baseiam no recurso à autoridade ou sanções do governo. O autor apresenta cinco proposições para os **sistemas de governança** que têm sido amplamente utilizadas na literatura: i) a governança refere-se a um conjunto de instituições e atores provenientes do governo, mas também além dele; ii) a governança define as fronteiras e responsabilidades para lidar com as questões

sociais e econômicas; iii) a governança reconhece a dependência de poder inerente às relações entre as instituições envolvidas na ação coletiva; iv) a governança diz respeito às redes de atores autônomos; e v) a governança reconhece a capacidade de fazer as coisas que não dependem do poder de comando do governo ou do uso de sua autoridade.

Conforme resumido por Vogel (2012), a governança e a gestão na escala da bacia hidrográfica levam a uma abordagem mais holística e integrada em termos de metas e áreas de gestão, distribuição de benefícios e tomada de decisão que produz uma gestão equilibrada.

Contudo, na prática, a gestão e a governança dos recursos hídricos têm sido, tradicionalmente, caracterizadas pelo paradigma do “comando e controle” em detrimento das abordagens que promovem aprendizagem. Essa abordagem levou a regulamentações bastante rígidas, tecnologia em larga escala, domínio do conhecimento especializado, abordagens técnicas para gerenciamento de risco e práticas de engenharia de projeto ideal sob condições previsíveis, onde as incertezas podem ser quantificadas por distribuições de probabilidade. (PAHL-WOSTL, 2009)

Segundo Pahl-Wostl (2009), esse modelo é derivado de um pensamento mecanicista, onde se preconiza que o comportamento e as respostas de um sistema podem ser previstos, e, portanto, estratégias de controle ótimo podem ser projetadas. Dados são coletados com enfoque no estado do ambiente. O conhecimento não é compartilhado de forma adequada e a comunicação com os atores sociais é feita de forma passiva.

Dessa forma, o que pode ter servido bem no passado para fornecer soluções técnicas para problemas urgentes, parece não ser adequado para lidar com os desafios do presente e do futuro. Novos conceitos e métodos precisam ser desenvolvidos para entender e implementar a transição das práticas atuais para uma gestão com vista a aumentar a capacidade adaptativa das bacias hidrográficas, reduzindo sua vulnerabilidade às mudanças climáticas. (PAHL-WOSTL, 2009)

Há mais de uma década, Pahl-Wostl (2009) observou, pelo menos no discurso, um rápido aumento do número de reivindicações por uma mudança de abordagem. Esta transição envolveria substituição do regime de comando e controle por um regime adaptativo e integrado, o que permitiria diversas formas de aprendizagem social.

Contudo, os estudos recentes de Pahl-Wostl et al. (2020) constatam, que apesar dos numerosos esforços para promover e implementar abordagens mais adaptativas e integradas, os problemas complexos que envolvem a coordenação persistem e impedem a governança e gestão sustentável dos recursos hídricos.

Problemas complexos não são novos e os esforços para tratá-los a fim de torná-los “administráveis” há muito tempo estão na agenda de formuladores de políticas e acadêmicos, especialmente de pensadores sistêmicos. (PAHL-WOSTL, 2015)

As diferentes abordagens para a governança dos recursos hídricos - local, nacional, de bacia e global - indicam que diferentes questões são tratadas em diferentes níveis e que perspectivas historicamente diversas têm sido dominantes. Todas as abordagens encontram desafios que só podem ser resolvidos em escala apropriada. (PAHL-WOSTL, 2015)

Embora o termo "governança multinível" tenha se tornado mais popular apenas nas últimas décadas, tal fenômeno têm sido objeto de análises nas ciências políticas muito antes. A pesquisa sobre o federalismo explorou a delegação de autoridade do estado central para os níveis inferiores e analisou o desempenho de diferentes tipos de sistemas políticos, de mais centralizado (França) para estruturas federais (Alemanha e Suíça), por exemplo. A influência de diferentes níveis sempre foi um tema nos estudos de relações internacionais. (PAHL-WOSTL, 2015)

Os sistemas de governança policêntricos parecem ser uma arquitetura promissora para lidar com problemas complexos de governança. São caracterizados, principalmente, pela distribuição de poder e autoridade combinados com uma coordenação eficaz. Eles abrangem muitos níveis e diferentes modos de governança e equilibram o fluxo de autoridade de cima para baixo e de baixo para cima. Para avançar em direção a sistemas de governança policêntricos em vez de fragmentados, a coordenação em várias escalas é essencial. (PAHL-WOSTL, 2015)

Segundo Pahl-Wostl (2015) a falta de coordenação vertical e horizontal eficaz ainda constitui um dos principais desafios da governança, tanto nos países desenvolvidos como nos em desenvolvimento. O conhecimento científico e as análises sistemáticas dos requisitos para uma coordenação eficaz e flexível e caminhos para a policentricidade ainda são limitados. Quanto aos instrumentos de coordenação Pahl-Wostl (2015) afirma: não existem.

Assim, conclui-se que para melhorar a coordenação da governança dos recursos hídricos, mais intercâmbio sobre sucessos e fracassos das experiências da GIRH é importante, além do que, assim como sustenta Pahl-Wostl (2020), será necessária mais capacidade reflexiva para apoiar uma abordagem diagnóstica e de *design* institucional para Sistemas Adaptativos Complexos (CAS).

3.1.3.1 Teoria de sistemas e *systems thinking*: fundamentos para compreensão de sistemas

Bertalanffy (1968) escreveu que se alguém for analisar noções correntes e frases de moda, encontraria “sistemas” no topo da lista. Todo mundo fala de sistemas: sistemas de computador, sistemas de controle de tráfego aéreo, sistemas econômicos e sistemas sociais. No entanto, para Forrester “poucas pessoas percebem que existem sistemas em todos os lugares. Os sistemas influenciam tudo o que fazemos. Os sistemas criam as dificuldades intrigantes que enfrentamos todos os dias”. (FORRESTER, 1998, p. 2)

As abordagens de sistemas já existem há mais de 80 anos (JACKSON, 2000). Essas abordagens estão enraizadas nos trabalhos de von Bertalanffy e sua Teoria Geral de Sistemas e na contribuição de Boulding (1956) sobre a complexidade hierárquica.

Para Rapoport (1986) uma “teoria geral de sistemas” sugere que haveria entidades em nosso mundo chamadas “sistemas”, e que todas elas, ou pelo menos todas pertencentes a tipos particulares, têm algumas propriedades em comum.

Morin (1992), afirma que sistema é melhor entendido como um conceito genérico. Constitui uma nova maneira de pensar, que então, pode ser aplicado amplamente. O autor considera pretenciosa a formulação de uma teoria sistêmica geral para impor à realidade complexa. Aponta essa pretensão como um equívoco, assinalando o seguinte:

A primeira coisa que devemos fazer é dominar o conceito de sistema. Embora a teoria dos sistemas revelasse a generalidade dos sistemas, ela não revelou sua “genericidade”. Embora tudo, das moléculas às estrelas, das células às sociedades, seja agora considerado em termos de sistemas (em contraste com as noções do século anterior de “matéria” e “substância vital”), esta generalidade não é, por si só, suficiente para determinar o significado epistemológico da noção de sistema em toda a sua complexidade conceitual. (MORIN, 1992, p. 371, tradução nossa)

Em Morin (2001) ainda encontramos que “sistema” sempre foi uma “noção-apoio” para designar o conjunto de relações entre constituintes formando um todo. Vejamos:

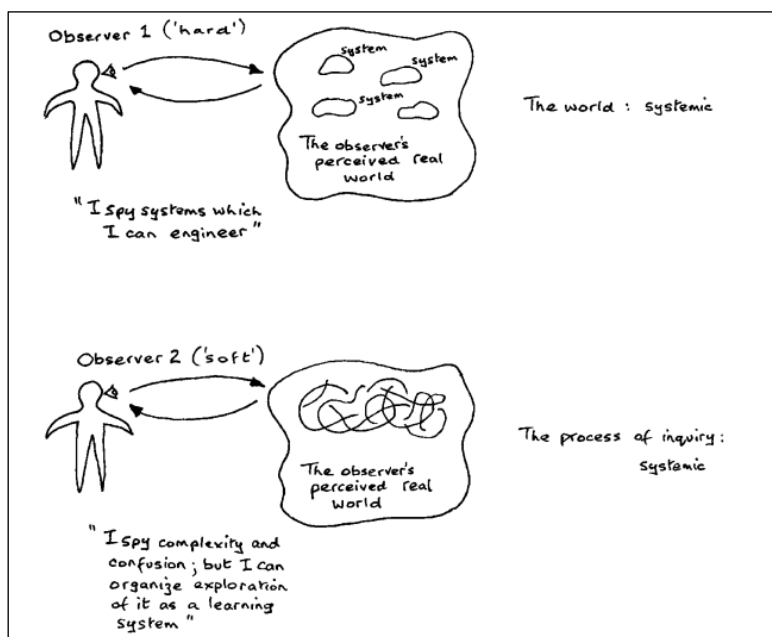
A noção [de sistemas] só se torna revolucionária quando em vez de completar a definição das coisas, dos corpos e dos objetos, substitui a de coisa ou de objeto, que eram constituídos de formas e de substâncias, decomponíveis em elementos primários, isoláveis nitidamente em espaço neutro, submetido apenas às leis da “natureza”. A partir daí o sistema separa-se necessariamente da ontologia clássica do objeto. Conhecemos a universalidade da ruptura que a noção do sistema traz em relação à noção de objeto; falta considerar a radicalidade dessa ruptura e a verdadeira novidade que ela poderia trazer. (MORIN, 2001 p. 258)

Portanto, pensar em termos de sistemas significa buscar respostas a questões que exibem características que dependem da interdependência de vários fatores. Como veremos um pouco mais adiante, estes fatores, muitas vezes, não se limitam ao conteúdo de uma única disciplina. Isso é especialmente relevante quando se trata de temas que envolvem sistemas de atividade humana, incluindo as OBHs, onde os fatores envolvidos podem referir-se a diferentes domínios do conhecimento, em distintos níveis de investigação.

Ao discutirem a epistemologia da complexidade, Schlindwein & Ison (2004), afirmam que a abordagem sistêmica está situada nas origens da (re) introdução da complexidade no discurso científico. Seguindo as explicações, os autores assumem que a forma como os seres humanos conhecem a complexidade do mundo é um fenômeno biológico. “Os seres humanos fazem distinções sobre seu mundo de acordo com sua estrutura cognitiva biológica, e não de acordo com a estrutura do mundo ao seu redor”. (Schlindwein & Ison, 2004 p. 29)

Checkland (1999) apontou que, no processo de lidar com a complexidade do mundo, a palavra “sistema” não é mais aplicada ao mundo (abordagem *hard-systems*), em vez disso, é aplicada ao processo de como lidar com o mundo (abordagem *soft-systems*), conforme figura 12.

Figura 12. Instâncias *hard* e *soft* do pensamento sistêmico



Fonte: Checkland (1999)

Para Adams, et al. (2014) o arcabouço da teoria de sistemas está em constante expansão. Dessa forma, deve ser compreendida como um grupo unificado de proposições, vinculadas com objetivo de alcançar a compreensão dos sistemas.

O catálogo originalmente desenvolvido por Adams et al. (2014), cuja estrutura é ilustrada no diagrama da Figura 13, apresenta sete axiomas que agregam tais proposições. Os axiomas apresentados são chamados de “teoremas de sistema”, presumidos como verdadeiros e a partir dos quais todas as outras proposições podem ser induzidas.

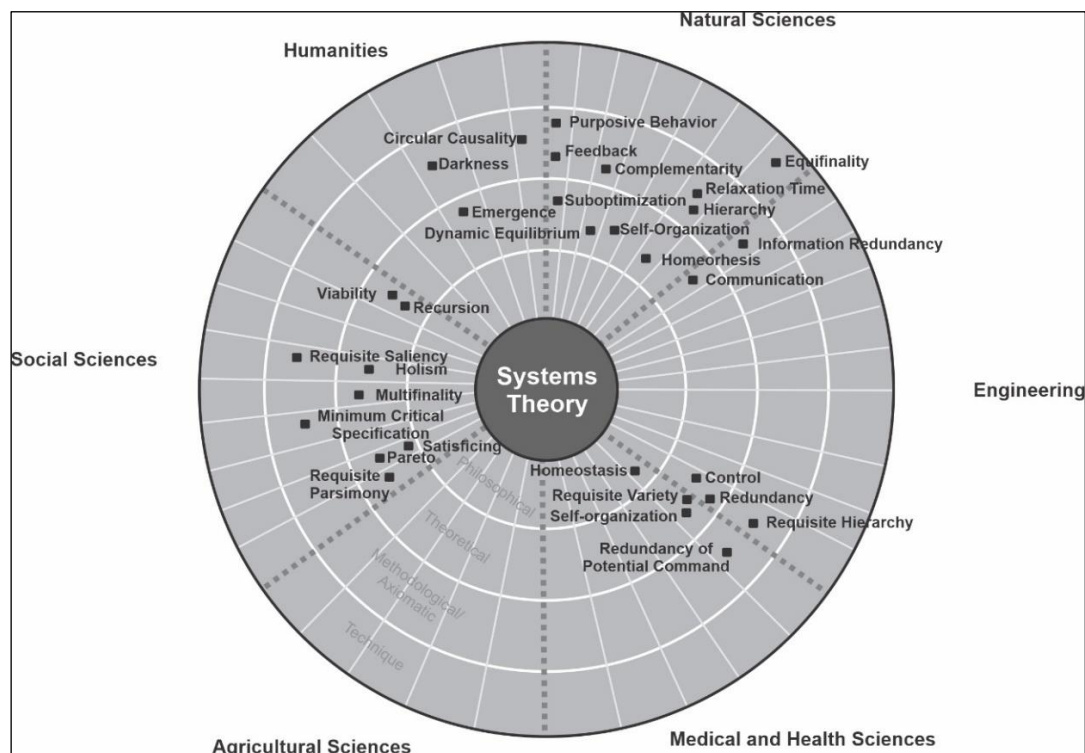
Figura 13. Axiomas da teoria de sistemas



Fonte: Adams et al. (2014)

Ainda de acordo com Adams et al. (2014) as proposições dos sete axiomas, podem ser sobrepostas na representação do “conhecimento” e das “áreas da ciência”. A Figura 14 apresenta a teoria de sistemas na interseção com proposições multidisciplinares. Pela visualização conclui-se que a teoria de sistemas e sua fundamentação teórica é intrinsecamente multidisciplinar.

Figura 14. Teoria de sistemas e os principais campos da ciência



Fonte: Adams et al. (2014)

A perspectiva de Adams et al. (2014), incorpora os principais campos da ciência com exceção das ciências agrárias. Os autores recorrem a definição de *darkness systems*⁷ para justificar a falta. Pois conforme se verifica em Clemson (1984) apud Adams et al.,(2014) “nenhum sistema pode ser completamente conhecido”.

Segundo Adams et al. (2014), a construção multidisciplinar garante a aplicabilidade generalizada desta teoria e remove barreiras de visões de sistemas tradicionais, centradas na engenharia e abordagens de resolução de problemas. Ademais, a ausência de uma prescrição relativa à aplicabilidade do domínio garante ainda mais que teoria de sistemas é multidisciplinar, tanto na fundação da teoria como em sua aplicação.

Portanto, “sistemas” como designação do conteúdo de investigação que se refere à complexidade organizada⁸ e *systems thinking*, como estrutura conceitual que dela

⁷ O conceito de *darkness systems* emergiu dos princípios da Caixa Preta de Caur, e mais tarde foi integrado à cibernética e teoria geral dos sistemas por Wiener (1954) e Ashby.(1970)

⁸ Complexidade organizada foi a expressão cunhada, nos primeiros anos do movimento sistêmico, para caracterizar o conteúdo do conceito de sistema (Weaver, 1948). A expressão procura assinalar que se trata de fenômenos cujas características dependem das interações entre várias variáveis.

Lakoff (2010) diria que adotar o conceito de sistemas tem sido uma escolha de enquadramento comum. No entanto, para Midgley (2003) a questão da escolha das fronteiras (*system boundaries*) é uma questão crítica para a implantação do conceito de sistema.

Ison (2016) aponta uma armadilha sistêmica no uso do conceito, um substantivo na língua inglesa (assim, como na língua portuguesa). O autor chama atenção sobre o que é ocultado pelo uso do termo no operar de um sistema de interesse, a saber: i) o ato de fazer um julgamento de limites/fronteiras por um observador ou observadores; ii) o pressuposto de que fazer um julgamento de limite/fronteira interfere em outra dinâmica relacional - o ato de fazer uma distinção entre um sistema e seu ambiente e; iii) consciência que usar o termo sistema é sempre uma abreviatura entre o sistema de interesse e o ambiente mediado por um observador que estabelece limites/fronteiras.

Não obstante, Forrester (1998) afirma que a compreensão dos sistemas físicos é muito mais avançada do que a compreensão dos sistemas sociais, corporativos, governamentais e econômicos. Para o autor as pessoas relutam em acreditar que os sistemas físicos e os sistemas humanos sejam do mesmo tipo. Senão, vejamos:

A ideia de um sistema social implica que as relações entre suas partes influenciam fortemente o comportamento humano. Um sistema social confina fortemente o comportamento de indivíduos. Em outras palavras, o conceito de sistema contradiz a crença de que as pessoas são agentes inteiramente livres. Em vez disso, as pessoas respondem substancialmente às mudanças em seu ambiente. (FORRESTER, 1998 p. 2, tradução nossa)

Como todos os sistemas vivos, os sistemas sociais humanos podem ser considerados não apenas complexos, mas também sistemas adaptativos complexos (CAS) (CLAYTON & RADCLIFFE, 2018). Os sistemas adaptativos complexos são constituídos de redes dinâmicas de relacionamentos, em vez de uma agregação de entidades estáticas individuais; são sistemas em que o comportamento, individual e coletivo, também sofrem mutação. (MISSEMER, et al. 2017).

Um ecossistema emerge da dinâmica das relações entre os seres biológicos e seu entorno. Mas, “é comum falar sobre formas de vida em ambientes particulares, como se o ambiente não tivesse nada a ver com o organismo, exceto como um substrato passivo”. (ESPINOSA et al. 2008, p. 639)

Para D'Agostini (2004), a insuficiência de significado da expressão ambiente pode ser importante a não emergência de ambiente suficiente à sustentação de uma pressuposição de crescente consciência ambiental. O autor sustenta que: “ambiente é muito mais produto de interessantes estados de consciência em um lugar, do que um lugar interessante para se manter em certo estado” (D'AGOSTINI, 2004, p. 75-76).

Segundo Espinosa et al., (2008) este é, principalmente, o resultado do método científico tradicional, muito bem-sucedido em isolar um fenômeno vivo, e nos interesses de um tipo particular de compreensão científica, analisando um conjunto de partes constituintes abstratas que são então consideradas como constituintes de sua dinâmica vivida.

Os estudos de Espinosa et al. (2008) e Schwaninger (2009) demonstraram a natureza incompleta de tal entendimento e, além disso, mostraram como uma abordagem mais holística e sistêmica pode ser promovida, sem perder nenhum dos benefícios obtidos com a aplicação do método científico tradicional.

Conclui-se que a análise das bacias hidrográficas como sistemas adaptativos complexos pode fornecer percepções importantes sobre como as dinâmicas sociais e ecológicas interagem e como algumas das consequências negativas do uso insustentável de recursos ou degradação ambiental podem ser minimizadas.

3.1.4 Cibernética Organizacional: uma teoria para entender e manejar os CAS

Teorias de sistemas e cibernética são, também, reconhecidas, como uma nova “linguagem”, que permite a interação sinérgica entre diferentes disciplinas, aumentando assim a possibilidade de inovação, transdisciplinaridade e soluções para questões complexas. (SCHWANINGER, 2009)

Em seu livro seminal “*Cybernetics or the control and communication in the animal and the machine*” a cibernética foi definida por Wiener (1948), como a ciência do “controle e da comunicação, tanto na máquina como no animal”. O autor cunhou o termo para designar um complexo de ideias, e para abarcar todo o campo em um único termo.

O termo “cibernética” é proveniente do grego *Kubernets* ou piloto, a mesma palavra grega da qual deriva-se, eventualmente, a palavra governador, e significa a arte de navegar (WIENER, 1954). Platão empregou o termo *Kubernets* para fazer uma

analogia, comparando o timoneiro que conduz uma embarcação, com aquele que governa o Estado. (CHECKLAND, 1999; JACKSON, 2000)

O próprio termo “governador”, o qual é empregado hoje na língua portuguesa, é proveniente do latim *gubernátor*, que por sua vez tomou do grego e significa “o que governa, dirige o leme, timoneiro, piloto”. André-Marie Ampère já havia empregado o termo *Kybernetes* se referindo à ciência política. (WIENER, 1954)

William Ross Ashby publicou em 1956 o livro “*An Introduction of Cybernetics*”, no qual apresentou o potencial de emprego dos conceitos da cibernética em diferentes áreas do pensamento. O autor conceituou o termo auto-organização no campo de sistemas.

Os sistemas auto organizados são entendidos como sistemas que operam de forma autônoma e co-evoluem por meio de transições entre desordem e ordem. Foram estudados em diferentes escolas de pensamento que incluem as ciências da complexidade, os sistemas adaptativos complexos (CAS) e a cibernética. (BOHÓRQUEZ-ARÉVALO & ESPINOSA, 2015)

Segundo Bohórquez-Arévalo & Espinosa (2015), do ponto de vista ontológico, essas três correntes de pensamento entendem a auto-organização como a emergência espontânea de comportamentos coletivos a partir da interação entre agentes autônomos.

Nessa perspectiva, os sistemas auto organizados têm a capacidade de modificar suas próprias estruturas organizacionais - os padrões de interação entre seus componentes - e, como resultado, a maneira como respondem ao seu ambiente. Essas interações permitem o desenvolvimento de *loops* de *feedback* no sistema, que facilitam a auto regulação e, assim, promovem a auto-organização. (RICHARDSON, 1991)

Beer (1979, 1981, 1984, 1985), foi pioneiro na abordagem da cibernética organizacional. Beer, aplicou a cibernética em todos os tipos de organizações, tanto públicas como privadas. Desenvolveu o *Viable System Model* (VSM) (descrito em detalhes na seção 3.2.2), baseado nas teorias de auto-organização, complexidade e na engenharia da variedade de Ashby (1970), bem como nas redes neurais de McCulloch (1959).

Beer (1985) buscou aplicar os conceitos da cibernética para otimizar a gestão das organizações. O autor compreendia a cibernética como “a ciência da organização efetiva”. Em decorrência dos trabalhos de Beer, surgiu o que posteriormente se convencionou denominar de cibernética organizacional. (PÉREZ-RÍOS, 2012; SCHWANINGER, 2009; JACKSON, 2000).

Beer estudou a não linearidade de um ponto de vista estrutural enquanto focalizava a viabilidade do sistema. Construiu sua teoria observando a complexidade das unidades organizacionais, realizando suas tarefas enquanto co-evoluíam com seus nichos, em diferentes escalas. Em cada escala, um sistema viável representa a rede de agentes trabalhando juntos em uma tarefa propositiva. (ESPINOSA et al., 2008)

Schwaninger & Pérez-Ríos (2008), definem a cibernética organizacional como um dos sistemas de abordagens que, derivada da cibernética e aplica os princípios associados à "comunicação e controle" das organizações.

A governança é amplamente preocupada em fornecer direção, portanto, a cibernética organizacional pode ser entendida como a ciência que trata do controle, no sentido de governar (gerenciar) uma organização. (PÉREZ-RÍOS, 2012)

Consta em Schwaninger & Pérez-Ríos (2008) que, a visão cibernética dos sistemas sociais gerou modelos e métodos de gestão em geral e de diagnóstico e *design* de organizações em particular. Como será apresentado a seguir, a compreensão das teorias da organização ajuda a estabelecer uma abordagem sistêmica para governança de bacias hidrográficas, além de promover abordagens e práticas apropriadas para gerenciar e liderar essas organizações.

3.1.4.1 Aprendizagem e adaptação: uma visão cibernética da auto-organização dos CAS

As organizações são essenciais na gestão da água, porque os vários atores e as partes interessadas envolvidas na gestão dos recursos hídricos desempenham seus papéis na forma de organizações (SEPPÄLÄ, 2004).

Na concepção de Lassi (2019a), as organizações e seu funcionamento não são um tópico secundário. Inspirado por Habermas, o autor afirma que no setor público, privado ou sem fins lucrativos, as organizações se tornaram uma das forças sociais mais influentes em nosso mundo.

Lassi (2019a) afirma que o Estado, a comunidade e a família como estruturas institucionais dominantes estão dando lugar às organizações, às demandas específicas e à racionalidade. Conforme Drucker (1992) apud Lassi (2019a), a sociedade moderna pode, de fato, ser caracterizada como a "sociedade das organizações".

Anderson (1999) discutiu a aplicação da teoria da complexidade na ciência organizacional. "A aplicação de modelos de sistemas adaptativos complexos à gestão

estratégica leva a uma ênfase na construção de sistemas que podem desenvolver rapidamente soluções adaptativas eficazes” (ANDERSON, 1999 p. 216, tradução nossa).

Considerando a sociedade do conhecimento e o modelo econômico construído sobre a capacidade de inovar, a estrutura organizacional torna-se um fator importante. As formas e mecanismos internos de como uma organização decide, atua, se adapta e inova têm influência decisiva em sua viabilidade. (LASSL, 2019a)

Ao abordar o significado de “inteligência organizacional” Schwaninger (2009) ressalta a natureza multidimensional e multinível dos sistemas complexos. Para o autor a abordagem sistêmica promove enormes benefícios para a organização e a gestão, e, portanto, se constitui em base promissora para uma nova ciência de gestão. Ele chama atenção para o seguinte:

No meio de toda essa turbulência, um aumento lento, mas constante na relevância e aceitação de um programa científico tem sido evidente: o esforço sustentado para construir teorias e modelos que levam em conta as características invariáveis de sistemas complexos. O que chamamos de “abordagem sistêmica” é uma estrutura baseada na teoria dos sistemas e na cibernética. Este esforço científico - abstendo-se de navegar nas ondas da moda que inunda a literatura de gestão de hoje - fornece um aparato formal para lidar com sistemas complexos de todos os tipos e, portanto, está sendo cada vez mais adotado em muitos campos de investigação” (SCHWANINGER, 2009 p. 2, tradução nossa)

Schwaninger (2009), menciona a existência de muitos exemplos de novas conceituações desencadeadas pela abordagem de sistemas. Contudo, se concentra em dois conceitos centrais para tratar das organizações inteligentes, a saber: adaptação e aprendizagem. Nesta linha, o autor nos ensina:

Teorias de sistemas e cibernética têm investigado a adaptação e aprendizagem de organismos e sistemas sociais por várias décadas. Adaptação tem sido geralmente considerada passiva. Pensadores de sistemas, no entanto, introduziram um conceito de reciprocidade, o que implica que um sistema e seu ambiente afetam e mudam um ao outro. (SCHWANINGER, 2009 p. 4)

Da mesma forma, o conceito de aprendizagem deriva de uma noção focada na aquisição de conhecimentos e habilidades enraizada na pedagogia e na psicologia do desenvolvimento. Mais tarde, no contexto da pesquisa de sistemas, o aspecto da aquisição de conhecimento foi estendido ao da criação de conhecimento e ligada à ação: a aprendizagem é, agora, concebida como um aumento do potencial do sistema para uma ação eficaz. (SCHWANINGER, 2009 p. 4)

Com base nesta tradição, Schwaninger (2009) aborda o conceito de organização inteligente, do qual procede a ideia de “organizações como sistemas adaptativos complexos”, e também integra “os aspectos de adaptação e aprendizagem como aqueles de auto-referência, auto-transformação, auto-renovação e, finalmente, auto-transcendência”.

Ainda nesta perspectiva, para Schwaninger (2009), quando a adaptação e a aprendizagem são combinadas com a auto-referencialidade - no sentido de auto-observação e reflexão -, o foco muda da observação de primeira ordem para a de segunda ordem. **O que faço quando faço o que faço?** “A solução de segunda ordem, promove uma oportunidade para a organização aprender”. (SCHWANINGER, 2009, p. 6, tradução nossa)

Ademais, sobre isso Ben-Eli tem uma observação importante:

O tipo de mudança necessária para transformar a trajetória prevalecente dos assuntos humanos é apresentado como uma mudança de segunda ordem: uma grande mudança que requer uma transformação completa do próprio sistema, não apenas em alguns aspectos de seu comportamento. (BEN-ELI, 2018, p. 1337, tradução nossa)

Portanto, a teoria de sistemas não explica o comportamento organizacional como tal, mas fornece uma estrutura para estudar as inter-relações do comportamento organizacional. A teoria define as interdependências entre entrada, produção e saída, incluindo *loops* de *feedback* e ligações entre sistemas e subsistemas. (TYSON & JACKSON, 1992)

Schwaninger (2009, p. 7) lança a seguinte questão: “como as organizações devem ser concebidas para serem capazes de se comportar de forma inteligente e sensível? E em seguida apresenta sua visão:

Não é uma pergunta trivial, porque o que faz uma organização inteligente do ponto de vista cibernético, são as distinções de suas habilidades: i) para se adaptar a situações de mudança, ou seja, para mudar em função de estímulos externos; ii) de influenciar e moldar seu ambiente; iii) se necessário, de encontrar um novo meio ou de se reconfigurar dentro de seu ambiente e, finalmente, iv) contribuir para a viabilidade e o desenvolvimento dos contextos nos quais estão inseridas. (SCHWANINGER, 2009, p.7)

Inspirada pela questão de Schwaninger (2009) esta pesquisa pretende ser uma contribuição para o desenvolvimento dessas habilidades no âmbito da governança sistêmica de OBHs.

3.2 REFERENCIAL METODOLÓGICO DA PESQUISA

3.2.1 Do *status* paradigmático da pesquisa

Situar a presente pesquisa a partir de sua posição paradigmática é revelar o modo ou processo de se conhecer, levado a cabo neste trabalho. Para Esteves de Vasconcellos (2018), os critérios de cientificidade compartilhados pelos cientistas, ou seja, os princípios diretores da investigação científica, refletem seu paradigma, sua epistemologia, sua visão de mundo, as crenças e os valores com que estão comprometidos.

Para Kuhn (1996) a característica fundamental de um paradigma científico é que seja compartilhado por uma comunidade de cientistas. Em seu artigo sobre combinação de métodos de pesquisa Mingers & Brocklesby (1997), se referem a “paradigma” como um construto que especifica um conjunto geral de pressupostos filosóficos que abrangem, por exemplo, ontologia (o que se presume que existe); epistemologia (a natureza de conhecimento válido); ética ou axiologia (o que é valorizado ou considerado correto); e metodologia (o estudo dos métodos, dos procedimentos científicos).

Geralmente, uma metodologia é desenvolvida, implícita ou explicitamente, dentro de um paradigma particular e incorpora os pressupostos e princípios filosóficos deste paradigma. É comum que haja mais de uma metodologia dentro de um paradigma. (MINGERS & BROCKLESBY, 1997)

Além disso, Mingers & Brocklesby (1997), também esclarecem que a técnica é uma atividade específica com propósito claro e bem definido dentro do contexto de uma metodologia. Exemplos de técnicas, segundo os autores são: modelo de simulação; análises estatísticas; definições essenciais de sistemas relevantes e os modelos conceituais da *Soft Systems Methodology* (SSM); mapas cognitivos; identificação dos sistemas do VSM.

Assim, a metodologia especifica que tipos de atividades devem ser realizadas, e as técnicas são formas particulares de realizar essas atividades. Geralmente, cada um tem uma série de “como” possíveis. Observa-se as dimensões filosóficas de um paradigma fornecendo o “porquê” da metodologia, ou seja, fornecendo a base para os tipos de atividade que a metodologia gera. (MINGERS & BROCKLESBY, 1997)

De acordo com Schwaninger (2004), o esforço para fornecer instrumentos e metodologias para lidar com questões complexas evoluiu em duas linhas: a tradição

positivista (*hard*) e a tradição interpretativista (*soft*). O autor ainda destaca que cada uma dessas tradições incorpora distintos paradigmas, e que ambos têm muito a oferecer em termos de resolução de problemas, no entanto, complementa que ambos, também, têm suas limitações:

A principal limitação não está no paradigma em si, mas na falta de abertura e incapacidade de síntese. Para estender o horizonte de resolução de problemas, ou seja, para aumentar o poder heurístico das metodologias, superar essas limitações é um imperativo crucial. O desafio é conseguir uma fertilização cruzada, ou seja, identificar potenciais sinergias e sintetizar metodologias, onde existem potenciais **complementaridades**. (SCHWANINGER, 2004, pp. 412-413, tradução e grifo nosso)

Em observação a este importante apontamento, registra-se que o *Viable System Model* (VSM) não é um método e sim um modelo, baseado em conceitos provenientes da cibernética, que pode ser empregado em uma diversidade de situações. Para aqueles que não estão muito familiarizados com o modelo, o emprego de um método pode ser necessário. Porém, a aplicação dependerá muito da organização objeto de modelagem ou diagnóstico. (PÉREZ-RÍOS, 2012; HOVERSTADT, 2010 e SCHWANINGER 2009)

O VSM tem sido criticado por alguns por ser uma abordagem *hard*, haja vista o rigor das análises das funções e canais de comunicação dos homeostatos que o compõem, reflexo da base matemática que originou o modelo. De outro modo, criticam por ser uma abordagem *soft*. O fato é que o VSM incorpora tanto características *hard* como *soft* (HOVERSTADT, 2010).

Rizzoli & Schlindwein (2012) argumentam que pelo fato de ser um modelo e não uma metodologia, o VSM tem potencial para ser empregado em qualquer organização, em uma ampla gama de situações. Contudo, no Brasil, o VSM ainda é pouco conhecido.

3.2.2.1 Sobre modelos, modelagem e a originalidade da pesquisa

No processo de construção da pesquisa, de definição metodológica e fundamentação, identificou-se, assim como Schwaninger (2009), que o uso de modelos para apoiar processos gerenciais parece ser uma questão pouco pesquisada.

Para Lammoglia et al. (2010), a questão suscitada não é se o modelo é bom ou não, mas como ele pode ser útil; ou, melhor ainda, como um conjunto de modelos pode

ser útil. Cada modelo reflete a escolha de uma perspectiva da realidade e só pode se concentrar em uma perspectiva específica dessa realidade.

Portanto, a qualidade de um modelo, aponta Lassi (2019a), não depende do quanto ele pode descrever, mas sim de quão bem pode explicar fenômenos e quão universalmente aplicável é dentro da perspectiva escolhida.

Assim, Lammoglia et al. (2010) sugerem que, no que diz respeito a sistemas complexos, um ajuste perfeito da modelagem não pode ser alcançado. E prosseguem afirmando que, o próprio processo de buscar tal aptidão pode resultar na aprendizagem de modeladores - ou gerentes.

Nesse quadro, os modelos não são entendidos como representações, mas como dispositivos observacionais e comunicacionais que nos permitem coletar e distinguir informações do ambiente (atenuadores de complexidade, em linguagem cibernética). Essa informação é posteriormente transformada em conhecimento que permite eficácia em nosso domínio de ação. (LAMMOGLIA et al. 2010)

Constata-se que há diferentes opções de modelos de gestão para se atingir a meta de viabilidade (Miller 1978; Aubin 1997; Beer 1981, 1984, 1985; Adam 2000 apud Schwaninger 2018). Nesta pesquisa, optou-se pela utilização do VSM, que, segundo Schwaninger & Scheef (2016), é o modelo mais forte em sua alegação teórica e falseabilidade, bem como, em sua potência diagnóstica e aptidão para o *design*.

A alegação é que o VSM especifica as pré-condições suficientes para que qualquer sistema social seja viável (BEER, 1985). Segundo Schwaninger & Scheef (2016) essa prerrogativa vai muito além da mera referência a “requisitos necessários”, pois o VSM não foi refutado, ou seja, não foi provado que ele está errado. Tentativas sérias de refutar o modelo foram realizadas, mas não tiveram sucesso. (SCHWANINGER & SCHEEF, 2016).

Dessa forma, o processo proposto nesta pesquisa, assim como em Schwaninger (2004) favorece a modelagem em relação ao modelo, ou seja, processo sobre o resultado, com ênfase especial em "experimentação" e "tentativa e erro" na busca de soluções a serem selecionadas pelo sistema durante a interação que faz emergir o ambiente.

O objetivo do estudo de caso proposto nesta pesquisa é analisar o desempenho geral das OBHs no que diz respeito à implementação do *framework* institucional formal da GIRH. O elemento inovador desta pesquisa está na utilização de um modelo cibernético para atingir este objetivo.

A pesquisa na plataforma da *Scopus Elsevier*, em 13 de julho de 2021, principal banco de dados de artigos revisados por pares, bem como nas revistas e jornais mais conceituados sobre o tema revelou apenas um estudo, em estágio inicial, que propõe a utilização do VSM para gestão dos recursos hídricos na bacia do rio Mekong, na China. Para Harwood (2018) o VSM fornece os princípios do diagnóstico e *design* de acordo com a natureza multinível da governança dos recursos hídricos.

Portanto, esta pesquisa adota a perspectiva epistemológica da complementariedade das visões positivista e interpretativista para abordar problemas complexos. Sua originalidade reside na utilização do VSM para desenvolver um estudo de caso para o diagnóstico e o *design* da arquitetura sistêmica da governança multinível dos recursos hídricos.

3.2.2 *Viable System Model (VSM)*

O VSM é uma teoria organizacional desenvolvida por Beer (1979, 1981, 1985, 1989). Segundo Schwaninger (2006) como teoria, é distinto em vários aspectos, particularmente, tendo em vista a afirmação que faz:

Um sistema social é viável se, e somente se, sua estrutura cumprir uma série de requisitos, que a teoria especifica. Concretamente, de acordo com o modelo – VSM -, uma organização viável deve dispor de cinco subsistemas gerenciais e suas inter-relações. (SCHWANINGER, 2006 p. 955, tradução nossa)

A origem do VSM, conforme Schwaninger (2019), decorre de uma visão de Stafford Beer: a ideia de que a gestão deve aprender com a natureza. Beer (1995), estudou se certos princípios estruturais do organismo humano poderiam ser transferidos para as organizações. Em seu livro “*Brain of The Firm*”, Beer se dedicou a estudar esses princípios:

O sistema nervoso não é fácil de entender e poucas pessoas parecem fazer muito esforço para entendê-lo. Porém, se quisermos fazer dele um modelo que ilumine os problemas de estrutura de gestão, a tentativa deve ser feita...A medula espinhal é literalmente o início de todo o negócio, o que significa que é o tipo mais antigo de estrutura nervosa. Na evolução, (a medula espinhal) veio primeiro; o cérebro acabou se envolvendo em uma extremidade. (BEER, 1995 p. 89, tradução nossa)

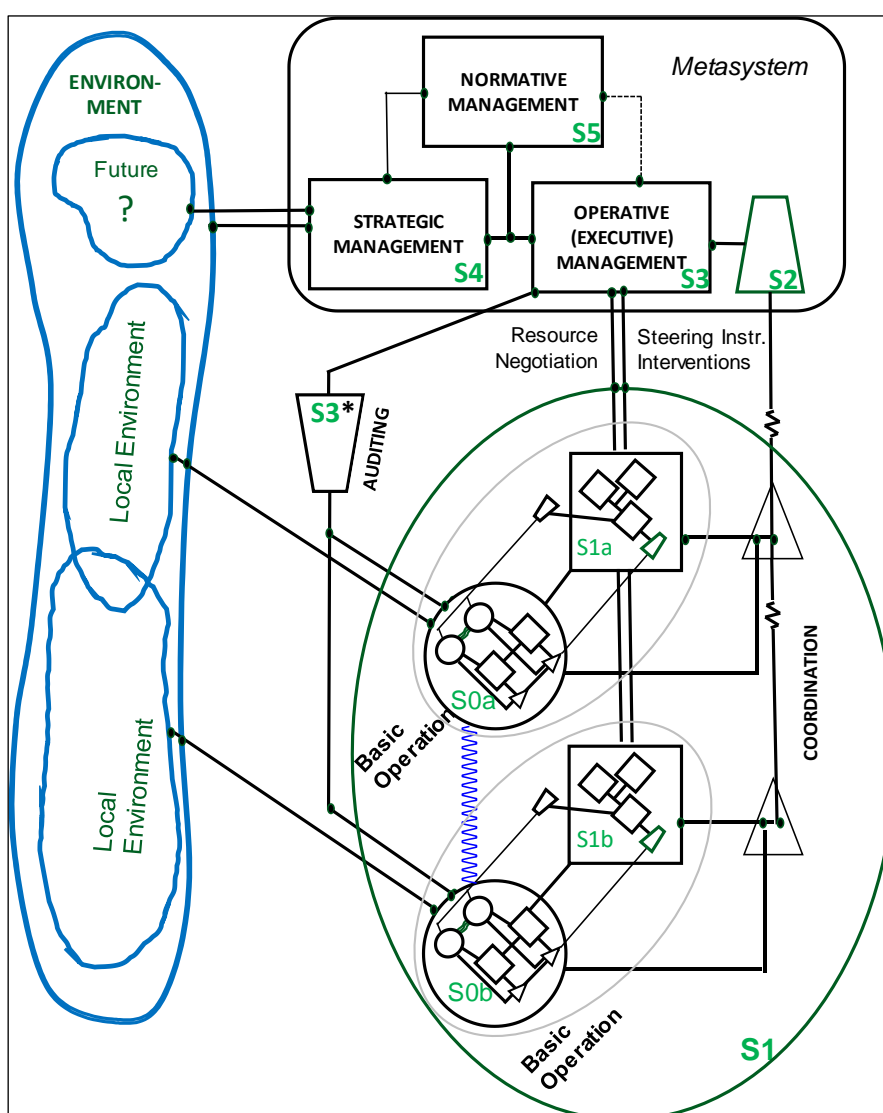
Não se trata de uma analogia vaga, mas de uma equivalência estrutural rigorosa. A estrutura de um organismo humano viável, em um sentido bem definido por (Beer,

1995), é equivalente à estrutura de uma organização social viável. Com base nessa invariância estrutural, os sistemas sociais podem ser diagnosticados e projetados. (SCHWANINGER, 2019)

A Lei da Variedade Requerida foi crucial para a orientação teórica do VSM. Essa lei forneceu a base para a arquitetura do modelo: um conjunto de homeostatos, ou seja, sistemas cujas interações mútuas, por meio de um processo regulatório, mantêm uma condição de equilíbrio. (SCHWANINGER, 2019)

O VSM distingue cinco sistemas, cada um deles desempenhando uma função sistêmica de controle e comunicação, conforme a representação do modelo na Figura 16

Figura 16. *Viable System Model (VSM)*



Nota: no Apêndice 1 encontra-se o modelo original de Beer
 Fonte: Gentilmente cedido pelo Prof. Dr. Markus Schwaninger

Os cinco sistemas permanecem em interação contínua de modo a manter o sistema em um estado de equilíbrio homeostático, ou seja, sob controle. Todo o processo de regulação visa garantir a sobrevivência do sistema, tanto a curto como a longo prazo, por processos de aprendizagem, adaptação e evolução. Além disso, os cinco sistemas não podem ser isolados um do outro, porque juntos constituem uma entidade em interação contínua, vide. (PÉREZ-RÍOS, 2012; SCHWANINGER, 2019)

Beer chama os cinco sistemas de Sistema 1 (S1), Sistema 2 (S2), Sistema 3 (S3), Sistema 4 (S4) e Sistema 5 (S5). Cada um corresponde, resumindo a grosso modo, às funções de Implementação, Coordenação, Integração, Inteligência e Política. A estes é adicionado o Sistema 3*- Monitoramento - como um complemento ao Sistema 3 (SCHWANINGER, 2019; PÉREZ-RÍOS, 2012).

A seguir cada um dos cinco sistemas são apresentados em detalhes ao leitor.

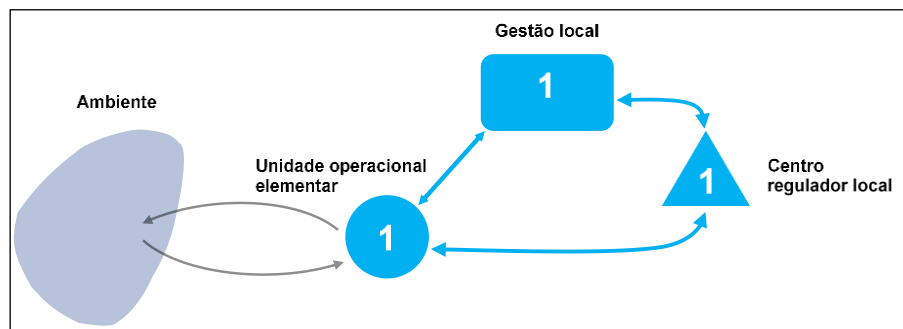
3.2.2.1 Sistema 1 (S1)

Beer (1985, p. 99), afirma que "o propósito de um sistema é o que ele faz". E o que o sistema viável faz é feito pelo S1. É o sistema responsável por produzir e entregar os bens e serviços que a organização produz e realiza. Lassi, infere o seguinte:

O que é uma organização e por que pode existir, baseia-se no valor que ela cria para seu ambiente por meio de seus produtos. Em seus produtos, seus "frutos" por assim dizer, a organização torna-se visível e tangível ao ambiente. Porém, qual é o propósito concreto de uma organização? Para uma empresa de manufatura típica, o propósito são seus produtos. Para uma escola é a transmissão e aquisição de conhecimentos e competências por seus alunos. Para uma empresa de logística, o propósito é o transporte físico de pessoas e mercadorias. Para uma consultoria o propósito são seus projetos e para um escritório de advocacia os casos de seus clientes. (LASSL, 2019a p.40, tradução nossa)

Os tipos de atividades inferidos por Lassi (2019a), constituem o núcleo e centro de uma organização e, portanto, o S1 da organização. Cada S1 consiste de quatro elementos, a saber: o ambiente, a unidade operacional elementar (S0), a gestão local e o centro regulador local. O diagrama da Figura 17 apresenta os elementos e estrutura de uma unidade operacional elementar do S1.

Figura 17. Elementos e estrutura do Sistema 1



Fonte: adaptado de Lassl (2019a) e Beer (1985)

O S1 pode apresentar várias unidades operacionais elementares. Cada unidade operacional elementar é um sistema viável, pois apresenta um alto grau de autonomia e é formada pelos mesmos elementos básicos. Senão, vejamos o que diz Pérez-Ríos:

A definição das unidades que compõem o sistema 1 cabe aos gestores de alto nível, que precisam ter em mente que estas devem cumprir todos os requisitos de viabilidade exigidos da organização a que pertencem. Na verdade, eles são as únicas unidades dentro da organização que são viáveis. Os demais sistemas, constituindo toda a organização, de acordo com o VSM, são unidades regulatórias inviáveis; em outras palavras, eles são incapazes de existir independentemente da organização, ao contrário das unidades do sistema 1. O fato de poderem ser independentes não significa que o sejam, uma vez que fazem parte de um todo, ou seja, da organização a que pertencem. No entanto, apesar da relação de dependência com a gestão, devem ter o grau de autonomia necessário, compatível com a coesão de toda a organização, para responder às exigências do seu ambiente pertinente (econômico, socioecológico, legal, institucional, etc.). (PÉREZ-RÍOS, 2012 p. 27, tradução nossa)

No que se refere ao relacionamento do S1 com o ambiente, Lassl (2019a) explica que o S1 é confrontado com muitos ambientes diferentes, mas nem todos são igualmente importantes. O ambiente primário do S1 é seu mercado de produtos e clientes relevantes, porque para eles a organização gera seu propósito. A primeira e mais importante variedade que uma organização deve processar, conseqüentemente, é a variedade de seu ambiente primário, ou seja, seus mercados e clientes.

Existem, é claro, outros ambientes relevantes, como fornecedores, bancos e instituições do setor público. Para Lassl (2019a), esses ambientes também são importantes, mas não constituem o ambiente no qual se baseiam a vida e a viabilidade da organização, são apenas ambientes secundários. O autor ainda acrescenta, que podem

surgir problemas de viabilidade em uma organização, justamente, se essa ordem for invertida: por exemplo, se bancos, instituições do setor público ou fornecedores se tornarem mais importantes do que os clientes. Nesses casos, os ambientes secundários tornam-se os primários. (LASSL, 2019a)

As unidades operacionais elementares englobam todas as atividades e processos que estão diretamente relacionados à realização do objeto da organização, seja um produto ou serviço. Se ouvirmos o termo "processo de produção", imediatamente pensamos em salas de produção, máquinas e linhas de montagem. (LASSL, 2019a)

No entanto, a produção de propósito pode ocorrer de muitas maneiras, como aconselhar (advogados, consultores), ajudar pessoas em e com atividades específicas (enfermeiras, motoristas, transportadores). Ou mesmo garantir o suprimento para os usos consuntivos e não consuntivos da água, a mitigação de danos ambientais ou serviços culturais relacionados à água. (LASSL, 2019a)

Conforme Lassl (2019a) o que é relevante para o VSM não são os processos de produção individuais como tais, mas sim se o repertório de variedade própria da operação e o repertório da variedade ambiental, estão em equilíbrio ou não. “Engenharia de processos e gestão da qualidade são os processos organizacionais que monitoram essa parte do equilíbrio. Eles tentam ajustar a variedade própria da operação, se, e como for necessário”. (LASSL, 2019a p.45)

Na perspectiva do VSM, a responsabilidade da gestão local do S1 é monitorar, ajustar e controlar as relações entre a organização operacional e o ambiente. A relação entre a gestão e as operações também é representada por uma seta de troca de variedade, conforme apresentado, anteriormente, na figura 20. (LASSL, 2019a)

De acordo com Lassl (2019a), para se promover, verdadeiramente, o gerenciamento de S1, a gestão local deve realizar pelo menos três tarefas distintas: i) gerar uma visão global que permite ver o S1 em sua totalidade (função de visão global); ii) desenvolver um modelo de controle de como o S1 funciona (função *insight*); e ajustar a variedade própria da organização operacional (gerenciamento de variedade) aos desafios do ambiente.

O centro regulador local do S1 se confronta com duas questões: primeiro, deve desdobrar sua decisão em peças operacionalmente úteis. Não basta saber o que precisa ser mudado e quais devem ser os novos objetivos, é preciso também descrever a maneira como se faz para atingir os objetivos de forma concreta. O objetivo deve, portanto, ser

resumido em etapas, medidas e sequências temporais para que a operação possa alcançá-lo. (LASSL, 2019a)

Em segundo lugar, a função de gerenciamento deve ser liberada tanto quanto possível da implementação operacional. Se estiver muito envolvido, não terá tempo suficiente para realizar suas principais tarefas de gerenciamento. A qualidade do centro regulador é um fator crucial em termos de quanto uma organização pode se tornar auto-organizada. O centro regulador é uma das espinhas dorsais da auto-organização. (LASSL, 2019a)

3.2.2.2 Sistema 2 (S2)

Estudando Lassl (2019a), verifica-se que as organizações emergem quando vários S1 são combinados e exigem uma função de controle de ordem superior distinta que visualize os S1 em sua totalidade. No VSM essa função de ordem superior é chamada de meta-sistema. O meta-sistema processa a variedade que resulta da cooperação de vários S1 e vai além do escopo dos sistemas individuais. O meta-sistema consiste nas funções de S2, S3, S3*(meta-sistema operacional) S4 (meta-sistema estratégico) e S5 (meta-sistema normativo). (LASSL, 2019).

A legitimidade do meta-sistema, segundo Lassl (2019a) é baseada em sua capacidade de gerar um “valor líquido” que os S1 não poderiam ter criado por conta própria. O meta-sistema operacional consiste na coordenação (S2), no controle operacional e função de sinergia (S3), além da função de auditoria (S3*).

Ao estudar o S2 observa-se que suas funções são muito abrangentes nas organizações. Esse sistema visa fazer com que o conjunto de unidades operacionais elementares que compõem o S1 funcione harmoniosamente (PÉREZ-RÍOS, 2012). Em Lassl (2019), encontra-se que o objetivo do S2 é aumentar autonomia do S1 e sua interação, portanto, ele não deve se tornar um fim em si mesmo.

Para Lassl (2019a), os regulamentos do S2 devem ser projetados de tal forma que o controle autônomo se torne fácil e “natural” para todos. Não se deve precisar pensar de forma consciente e permanente sobre quais são as regras; elas devem ser projetadas de tal forma que sua adoção seja natural. Vejamos:

As regras, portanto, têm um efeito muito positivo: elas nos livram da incerteza sobre como os outros reagirão e da necessidade de renegociar ações regulares e vigilância. As regras limitam nosso comportamento,

O termo centro regulatório não implica local físico, mas a totalidade de toda a coordenação das regras e atividades da organização. Por sua vez, os canais de conexão integram o S1 em uma rede de comunicação permanente com os demais centros reguladores de toda a organização. Esses canais garantem que todos os elementos se conheçam, se mantenham informados e coordenados. (LASSL, 2019a)

Cada unidade operacional elementar que compõe o S1 possui um S2 local que lhe fornece informações pertinentes ao funcionamento das demais unidades; desta forma, tem a capacidade de coordenar a forma como funcionam e interagem. Todos os S2 locais estão conectados ao S2 central, cuja tarefa é alimentar o S3 com informações sobre as unidades operacionais e, inversamente, transmitir a essas unidades as informações necessárias à coordenação de suas atividades. (LASSL, 2019b)

Lassl (2019a), sustenta que os canais de conexão do S2 representam os espaços institucionais, os processos e a infraestrutura necessária para definir novas e adaptar as regras existentes e os mecanismos de coordenação. Muitas regras ainda não estão definidas e só se tornarão necessárias mais tarde: ou, as regras existentes precisam ser adaptadas mais tarde dadas as novas circunstâncias. Para isso, as organizações precisam de bases e processos institucionais distintos.

Na sociedade, as leis, regras e regulamentos pertencem às manifestações formais de S2. Na dimensão informal, encontramos o uso padronizado de linguagem, símbolos, gestos não-verbais, normas, costumes, valores e certos símbolos de emoções (respeito, amizade e amor) como instrumentos S2 primários. Todos eles regulam e atenuam as oscilações entre os membros da sociedade. (LASSL, 2019a)

Portanto, as áreas típicas de atividades do S2 incorporam questões relacionadas à "cultura" da organização, porém mais em termos de funcionamento ou "estilos" de comportamento do que de aspectos relativos a valores ou identidade, uma vez que as últimas pertencem, como veremos mais adiante, ao S5. (PÉREZ-RÍOS, 2012)

Em última análise, o S2 é o principal sistema responsável por fornecer às unidades operacionais do S1 os meios apropriados para manter sua estabilidade e para garantir, caso essa estabilidade seja perdida, devido a qualquer interrupção interna ou externa, que seja restaurada. (PÉREZ-RÍOS, 2012)

3.2.2.3 Sistema 3 (S3)

No VSM o S3 tem dupla natureza: por um lado, está voltado para a dimensão operacional (meta-sistema operacional) da organização, por outro, deve participar e se engajar ativamente no desenvolvimento de estratégias e na reinvenção da organização (meta-sistema estratégico). Seu desafio, segundo Lassi (2019a) é encontrar o equilíbrio entre as duas dimensões.

Lassi (2019a), considera que S3 exerce uma função de filtragem e passagem entre o corpo operacional da organização e os processos que se concentram no desenvolvimento estratégico e criativo. Deve assegurar que não muitos dados e informações cheguem aos processos estratégicos de uma organização, mas que ainda obtenham uma imagem precisa da organização operacional

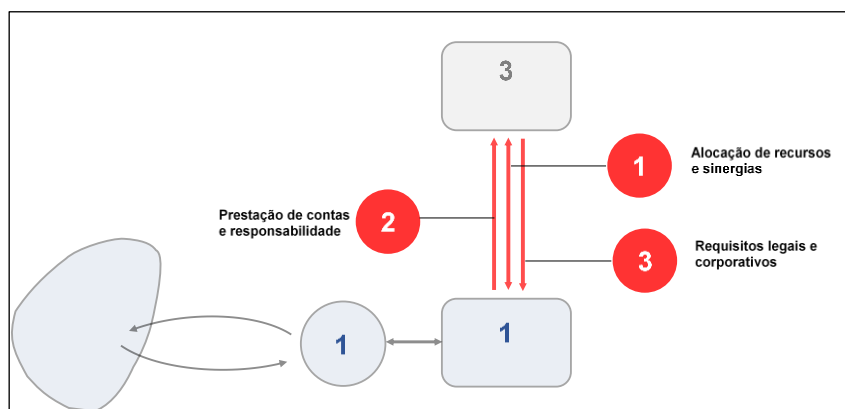
A base para a existência do S3 foi descrita por Chester Barnard (1968) apud Lassi (2019a) como um processo de troca: “Os sistemas 1 abrem mão de sua independência por um objetivo que eles não podem alcançar por conta própria e que gera mais benefícios do que os sistemas 1 poderiam ter alcançado individualmente”. (LASSL, 2019a p. 78)

Lassi (2019a), explica que a tarefa do S3 é aproximar a todos, organizar e implementar ações conjuntas e coordenadas. Define o nível de sinergias necessário e aloca recursos (dinheiro, tempo, funcionários, infraestruturas e conhecimento) ao S1 de forma a gerar valor adicional para toda a organização.

Consta em Lassi (2019a), que a primeira tarefa do S3 é negociar a alocação de recursos com o S1. Contudo, o foco desse canal não é apenas a alocação de recursos em si, assim a segunda tarefa do S3 é a geração de tantas sinergias quanto possível e necessária para toda a organização. Essas sinergias podem então ser redistribuídas ao ambiente (preços mais baixos, pagamentos de dividendos às partes interessadas), investidas para proteger a organização contra flutuações temporárias (sazonalidade da demanda, ciclos de negócios ou crises).

O S3 possui três tarefas específicas, que são representadas graficamente por três canais centrais do VSM, conforme se verifica na Figura 19. Segundo Lassi (2019a), o S3 controla os estoques de recursos da organização (liquidez financeira, estoque de matérias-primas críticas) que garantem a estabilidade da organização ao longo do tempo. S3 estabelece responsabilidades e a prestação de contas dentro da organização (canal de transparência), exigindo e rastreando o que for necessário.

Figura 19. Os três canais do sistema 3 para seus sistemas 1



Fonte: adaptado de Lassel (2019a) e Beer (1985)

Por último, a terceira tarefa do S3 é ser responsável por definir os limites entre o S1, sua relação com toda a organização e os princípios segundo os quais devem operar (requisitos legais e corporativos). (LASSL, 2019a)

O S3 pode ser exercido em diferentes composições sociais: por indivíduos, grupos de indivíduos ou assembleias gerais. Decisivo para a escolha certa é que o formato social definido e as pessoas tenham repertório de variedade própria necessária para o processamento da variedade de suas decisões. (LASSL, 2019a)

3.2.2.4 Sistema 3* (S3*) - uma delicada tarefa

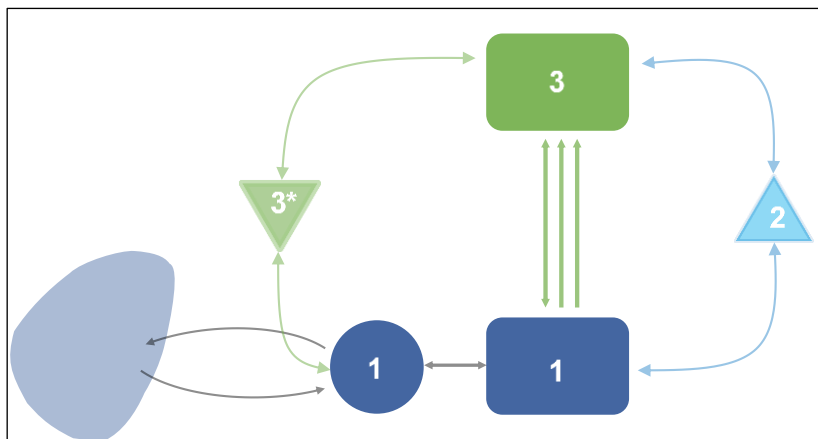
De acordo com Lassel (2019a) S3* não é apenas mais um canal de informações para o S3, como geralmente é entendido. O S3* é facilmente considerado o "espião da administração corporativa," mas, em Lassel (2019a), se reconhece que essa é uma visão reducionista; pois suas responsabilidades são mais abrangentes.

O Sistema 3* é um sistema de suporte ao Sistema 3, cuja principal missão é obter informações sobre o funcionamento do Sistema 1, informações essas que não podem ser acessadas através dos canais de comunicação que ligam o Sistema 1 com o Sistema 3 diretamente, nem através da conexão entre o Sistema 2 e Sistema 3. (PÉRES-RÍOS, 2012)

O S3* precisa cumprir quatro funções essenciais, a saber: i) adicionar uma perspectiva à organização operacional que difere da existente dentro da organização operacional; ii) contrabalançar os S2 e S3 por meio da espontaneidade, ou seja, em sua estrutura temporal; iii) estabelecer confiança e confidencialidade para fechar a lacuna de

informações em S3; iv) se tornar um instrumento do S1 e não apenas se conformar em ser uma extensão do S3 (vide a figura 20). (LASSL, 2019a)

Figura 20. Sistema 3* conectado ao sistema 3 para a operação do sistema 1



Fonte: adaptado de Lassi (2019a) e Beer (1985)

Embora as informações sobre como o S1 está funcionando devam chegar ao S3 por meio dos canais normais de informação e pelo S2, há uma chance de que parte disso seja filtrada e não chegue ao Sistema 3. O Sistema 3* deve ser projetado de forma a resolver esse problema. (PÉRES-RÍOS, 2012)

Esse sistema é, como todos os outros que compõem o VSM, essencial. Nesse caso, a função do Sistema 3* é complementar as informações que chegam ao Meta-Sistema por meio da linha vertical entre S1-S3 e via S2, trazendo informações adicionais. A diferença qualitativa em relação à informação fornecida pelo Sistema 3* é que ela não tem caráter “rotineiro” e afeta todo o S1, mesmo que seja captada em apenas uma das unidades operacionais elementares. S3* fornece informações que não podem ser fornecidas pelo S1 ou S2. (PÉRES-RÍOS, 2012)

O S3* é necessário para todos os aspectos que escapam à regulação e controle do S2 e do S3. Compensa o déficit de informação do S2 e do S3 em relação aos S1. Para funcionar bem, S3* precisa de liberdade para desenvolver e contribuir com uma nova e diferente perspectiva para a organização e agir espontaneamente. (LASSL, 2019a)

3.2.2.5 Sistema 4 (S4)

Enquanto o S3 se preocupa principalmente em garantir as funções atuais da organização, a principal responsabilidade do S4 está conectada com o futuro e prestação de contas (*accountability*). (PÉRES-RÍOS, 2012)

O VSM propõe o diálogo entre o S3 e o S4 como um mecanismo chave para a adaptação de uma organização. Para que haja troca entre as variedades de S3 e S4, é necessário um espaço institucional que faça um contínuo debate e reflexão sobre as mudanças significativas e adaptações necessárias. (LASSL, 2019a)

Nesse sentido, as organizações devem desenvolver um S4 que permita observar o ambiente mais amplo e o futuro conhecido, bem como co-criar o futuro desconhecido. Para tanto, o S4 necessita de sensores e instrumentos adequados para gerar a auto-variedade necessária dentro da organização (Lei de Asby), vide Tabela 1. No que diz respeito ao futuro imediato conhecido, esses instrumentos são principalmente de planejamento, bem como modelagem e simulação de cenários (LASSL, 2019a). Com relação ao futuro conhecido e a ser criado, vejamos o que diz Lassi:

Em relação ao futuro desconhecido e a ser criado, as organizações devem traçar seus padrões de percepção (versatilidade). Além disso, as organizações devem aumentar sua variedade própria, promovendo e ativando suas capacidades criativas e de inovação. Para isso, as organizações devem promover perspectivas diferentes e incentivar os funcionários a compartilhá-las dentro da organização. As organizações precisam fornecer recursos institucionais para a criatividade e promover a curiosidade e a vontade de experimentar. (LASSL, 2019a p.110)

Tabela 1. Instrumentos do sistema 4 considerando o ambiente mais amplo e o futuro desconhecido

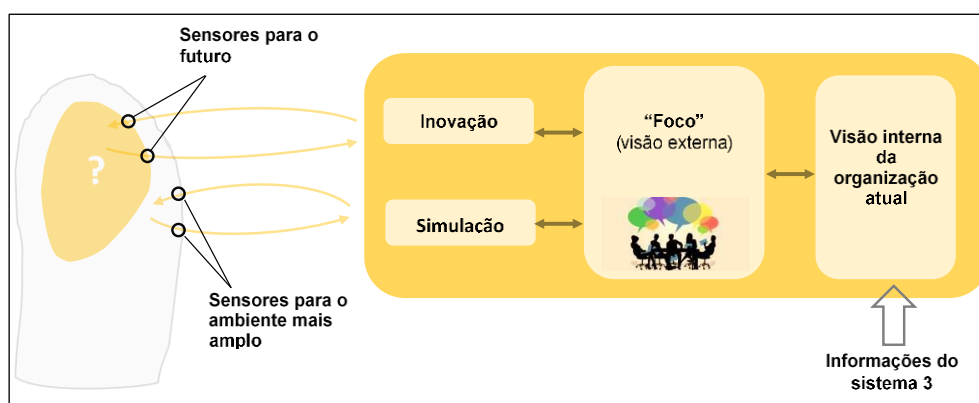
Condição	Sensores necessários*	Principais instrumentos
Ambiente mais amplo e futuro quase imediato conhecido	Sensor para o ambiente mais amplo e futuro já reconhecível	Planejamento, simulação, previsão
Futuro desconhecido	Sensores para o novo	Geração de repertório de variedade interna por meio de métodos criativos, pensamento inovador e processos de inovação.

*para conhecer mais desses sensores consulte Beer (1985)

Fonte: adaptado de Lassi (2019a)

Para que a inovação e a criatividade se estabeleçam, as organizações precisam desenvolver estruturas, mecanismos de controle e comportamentos pessoais específicos. S4 é responsável por consolidar todas as informações relacionadas ao ambiente mais amplo e ao futuro da organização em uma imagem coerente (focada), vide o diagrama da Figura 21. O desenvolvimento desta imagem pode ser delegado a unidades ou pessoas, mas deve ser realizado por todos aqueles que são responsáveis pelo S4. (LASSL, 2019a)

Figura 21. Processos centrais do sistema 4



Fonte: Lassl (2019a) e Beer (1985)

O S4 deve garantir que a visão externa e o conhecimento sobre o interior da organização combinem em repertório de variedade. Isso requer que o S4 saiba como o S3 está operando e quanta inovação e mudança estratégica a organização operacional pode aceitar. O S4 deve superar, em particular, os três desafios, a seguir: a invisibilidade e intangibilidade do futuro; sua fragmentação organizacional, e a superioridade do S3 quanto à disponibilidade de informações e poder sobre os recursos. (LASSL, 2019a)

3.2.2.6 Sistema 5 (S5)

Agora será tratado o sistema que Lassl (2019a) considera a função mais potente do sistema: o meta-sistema normativo. O S5 é a última autoridade em uma organização e define sua identidade, suas normas e seus valores. Ao fazer isso, ele molda a natureza e a direção futura da organização. Ele define o que é a organização e qual é o seu propósito. (LASSL, 2019a)

O S5 torna-se necessário para decidir questões que nem o S3 nem o S4 podem decidir. Assim, o processo central do S5 é desenvolver os critérios de decisão que permitem avaliar e pesar as opções apresentadas pelo S3 e S4. S5 também se torna necessário para conferir “objetividade” e “neutralidade” às decisões fundamentais dentro de uma organização. (LASSL, 2019a)

Para obter uma perspectiva abrangente e holística o S5 dispõe de três mecanismos: i) interação com todos os indivíduos que possuem o *know-how* necessário e estabelecimento de conexões por meio de processos organizados de forma heterárquica; ii) consulta às decisões anteriores e à história de uma organização; e iii) promoção e inclusão de diferentes perspectivas no processo de tomada de decisão. (LASSL, 2019a)

O S5 deve garantir que, por meio de sua decisão, a organização seja coerente e possa continuar operando. O S5 não deve deixar quaisquer questões intencionalmente abertas, nem deve tentar se retirar de uma decisão ou recorrer a um falso compromisso. As manifestações do S5 podem ser múltiplas: documentos escritos, mas também regras não codificadas, normas e princípios de comportamento ou mesmo objetos materiais. (LASSL, 2019a)

Experiências, histórias e exemplos de comportamento também são manifestações muito importantes das decisões do S5 e funcionam como pontos de referência para a cultura, comportamento e decisões em toda a organização. (LASSL, 2019a)

O S5 deve garantir o equilíbrio com o meta-sistema de duas maneiras: entre o S3 e o S4; e entre si e a interação entre o S3 e o S4. O S5 pode influenciar o S3 e o S4 e sua interação por meio de dois canais: o canal de comando central e o canal de monitoramento. (LASSL, 2019a)

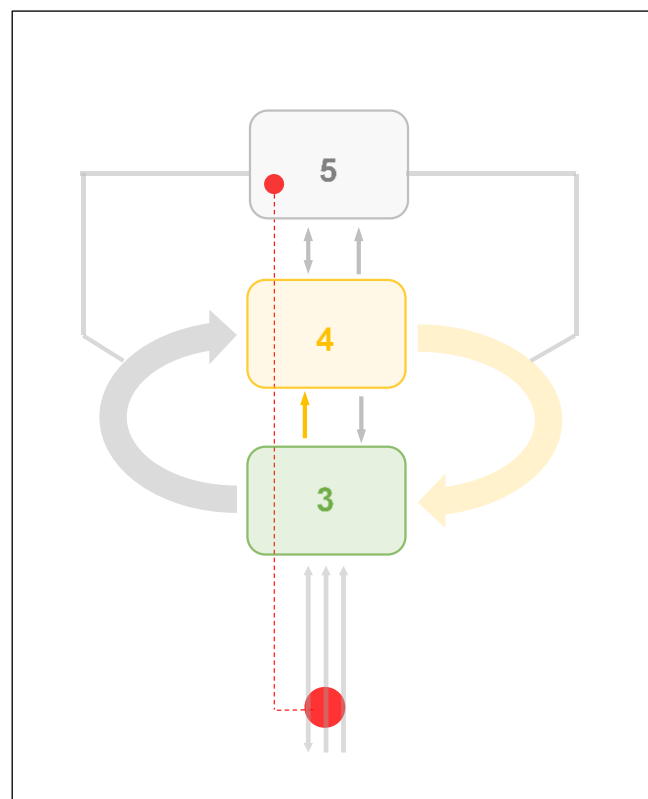
O S5 tem por objetivo justificar sua decisão tendo em vista a confiabilidade de todo o sistema, que é composto tanto pelo ambiente quanto pela organização. Para isso, o S5 deve desenvolver um modelo de todo o sistema e os fatores que influenciam sua viabilidade. O S5 é a fonte final de responsabilidade apropriadamente, o S5 deve pesquisar e desenvolver onde está o propósito da organização e sua contribuição de valor. A criação de valor concreto deve estar no centro de suas decisões e deliberações. (LASSL, 2019a)

O S5 deve garantir que a relação entre a organização operacional e o meta-sistema estratégico-normativo permaneça em equilíbrio. Para isso, é preciso construir um canal algedônico que informe o S5 sobre as decisões erradas. O canal algedônico permite

detectar desalinhamentos entre o meta-sistema e a organização operacional e ameaças à coesão da organização. (LASSL, 2019a)

Nominado a partir das palavras “algos” (dor) e “hedos” (prazer), este canal na verdade se refere ao sistema de informação que corre paralelo a todos os canais verticais mencionados até agora, cujo objetivo é transmitir sinais de alerta sobre qualquer evento ou circunstância que poderia prejudicar seriamente a organização, vide Figura 22. (PÉRES-RÍOS, 2012)

Figura 22. Canal Algedônico



Fonte: adaptado de Lassel (2019a) e Beer (1985)

3.2.2.7 Os canais de comunicação do VSM

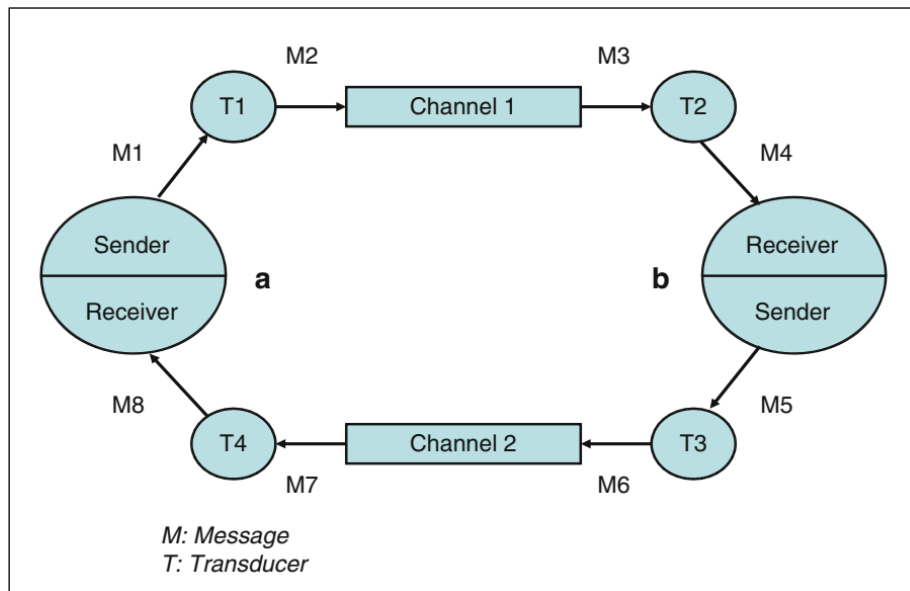
Pérez-Ríos (2012) explica que além das estruturas destinadas a distribuir a informação entre as funções essenciais do VSM, deve haver também uma “infraestrutura”, ou seja, os canais de comunicação que conectam todos os componentes que compartilham a informação, que deve ter a capacidade necessária para “transportar” a quantidade de informações necessárias em cada caso.

Os canais de comunicação no VSM são os elementos que conectam tanto as diversas funções especificadas no VSM quanto a organização com seu ambiente. Esses canais visam, dentro da estrutura do VSM, proporcionar um equilíbrio contínuo na interação entre os dois elementos que eles conectam (por exemplo, a empresa com seu mercado, a organização e seus clientes, políticos com seu eleitorado, associações sindicais com seus membros atuais e potenciais, etc.). (PÉREZ-RÍOS, 2012)

Esse equilíbrio (homeostase) é alcançado quando a informação (tanto em termos de quantidade como de conteúdo e formato) vem, por exemplo, do mercado para a organização e, por sua vez, da organização para o mercado (ou dos eleitores para os políticos e vice-versa, etc.), é apropriada para uma relação dinâmica, mas harmoniosa entre os dois, no sentido de que funciona de acordo com os desejos de ambas as partes. (PÉREZ-RÍOS, 2012)

A Figura 23 apresenta os principais componentes dos canais de comunicação do VSM.

Figura 23. Elementos dos canais de comunicação



Fonte: Pérez-Ríos (2012)

Nesta conexão (por exemplo: ambiente-organização) existem oito elementos: o emissor (a), o “transdutor” (que converte a informação do emissor para que seja inteligível para o receptor), o canal de comunicação, e mais uma vez o “transdutor”, que decodifica a informação e a converte no formato pertinente ao receptor (b) interpretá-lo.

O contrário (receptor-emissor), onde os papéis agora seriam invertidos (emissor-receptor), encontramos novamente os mesmos quatro elementos. (PÉREZ-RÍOS)

Portanto, temos em primeiro lugar o remetente (a), que deseja que certas informações cheguem ao destinatário (b). Para isso, ele envia a mensagem correspondente, M1, contendo tais informações. Este deve primeiro ser codificado para ser enviado. Essa tarefa é realizada pelo transdutor T1 (um caso particular de transdução-conversão de informações de um formato para outro é uma tradução envolvendo dois idiomas). (PÉREZ-RÍOS, 2012)

Em seguida, a mensagem transduzida, M2, é enviada através do canal (Canal 1) para chegar ao seu destino (Receptor b). O que chega aqui será o M3, que pode diferir do M2 dependendo da distorção ou ruído que a mensagem capta em sua jornada. Posteriormente, o M3, antes de ser interpretado pelo receptor (b), deve ser devidamente decodificado e convertido em um formato que este possa interpretar. Isso é realizado pelo transdutor T2, como resultado, o que eventualmente atinge o receptor (b) é M4. (PÉREZ-RÍOS, 2012)

Obviamente, o objetivo do processo de comunicação é garantir que todas as informações enviadas por um emissor (a) cheguem ao receptor (b) em um formato inteligível. (PÉREZ-RÍOS, 2012)

3.2.2.8 A natureza recursiva do VSM e o sistema em foco

Um aspecto essencial do VSM é a natureza recursiva dos sistemas viáveis. Todo sistema viável (organização) contém sistemas (organizações) que são viáveis e que, por sua vez, fazem parte de sistemas (organizações) que são igualmente viáveis, e assim por diante. Essa característica confere ao VSM um enorme potencial para o estudo de qualquer organização, seja ela qual for, pois sempre responderá aos mesmos princípios operacionais exigidos pelo VSM, independentemente do porte, setor, características, área geográfica, tipo de atividade, etc. (PÉRES-RÍOS, 2012)

Contudo, lidar com o processo de causalidade circular recursiva, no que tange a viabilidade, não é tarefa trivial. Esteves de Vasconcellos (2018), argumenta sobre a dificuldade de pensar ou entender a ideia de recursividade. Para a autora do ponto de vista da lógica clássica a ideia de recursividade encerraria uma contradição, pois “como poderia

o produto ser produtor do próprio processo que o produz”? (ESTEVEZ DE VASCONCELLOS, 2018 p. 116)

Segundo Lassl (2019a), organizações viáveis precisam, alcançar a similaridade funcional entre os níveis e entre as unidades do mesmo nível, tanto quanto possível. Construir hierarquias por si só não é suficiente; recursividade é o princípio de *design* essencial de organizações viáveis para Stanford Beer.

A recursividade é conhecida pela natureza ou geometria fractal e significa que os mesmos princípios de *design* são repetidos em todos os níveis de uma estrutura (Lassl, 2019a). “Os sistemas viáveis são fractais, ou seja, são semelhantes a si próprios no sentido de que a sua estrutura básica se repete ao longo dos diferentes níveis de recursão”. (SCHWANINGER, 2009 p. 86)

A invariância estrutural denotada pelo termo organização recursiva, segundo Schwaninger (2009) expõem os recursos presentes em diferentes disciplinas além da ciência da gestão, conforme se observa na Tabela 2.

Tabela 2. Origens e características das organizações recursivas segundo Schwaninger

Tipo de organização	Origem do conceito
Organização fractal	Este termo vem da matemática. Denota sistemas que têm uma dimensionalidade que também pode mostrar uma fração de um número inteiro. Sistemas organizados fractalmente perpetuam estruturas afins ao longo de diferentes níveis de subsistemas, um recurso chamado "auto-similaridade".
Organização holográfica	Este termo vem da física. Denota sistemas, partes dos quais contêm as mesmas informações - mais exatamente: informações igualmente estruturadas - como todo o sistema, embora de forma condensada.

Fonte: Schwaninger (2009)

Uma estrutura recursiva abrange unidades autônomas dentro de unidades autônomas. Portanto, uma organização viável consiste em unidades viáveis e está ela própria incorporada em unidades viáveis mais abrangentes. Cada uma destas unidades - na medida em que cumpre a tarefa da organização, não se limitando ao serviço ou apoio a essa “produção” - é uma replicação estrutural do todo em que está inserida: pode gerir os processos para os quais existe, do começo ao fim, pois possui todos os componentes descritos de um sistema de gestão. (SCHWANINGER, 2009)

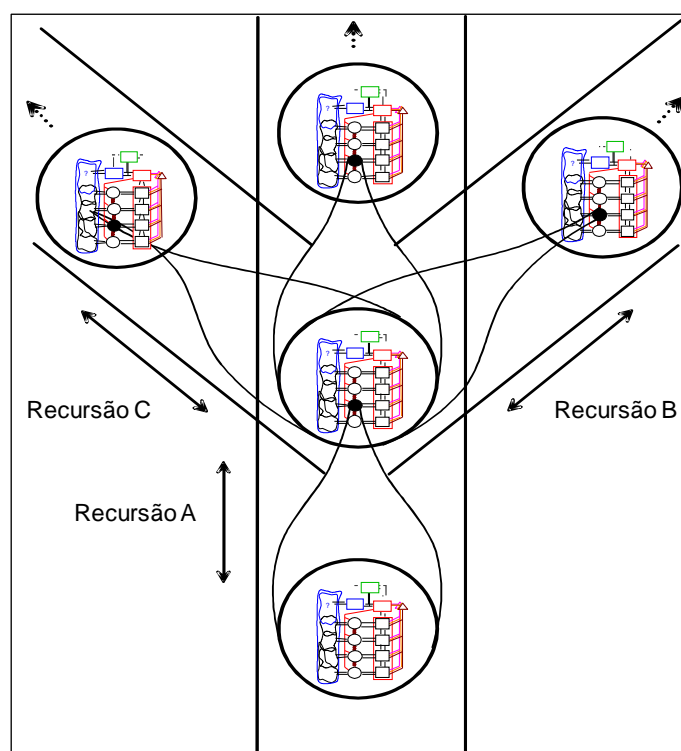
Segundo o VSM, todos os três níveis de gestão - operativo, estratégico, normativo - são funções distribuídas, sendo aspectos como controle, inteligência e ethos, propriedades do sistema, inerentes a todos os níveis de recursão. (SCHWANINGER, 2009)

A combinação da hierarquia lógica das funções de controle entre S1-S5, e o embutimento recursivo das unidades primárias, resulta no meta-sistema (S3, S4 e S5) de um determinado nível de recursão sendo, ao mesmo tempo, o S1 do próximo nível mais alto de recursão. (SCHWANINGER, 2009)

Portanto, se tomarmos uma organização viável como um **sistema em foco**, ela pode ter mais de uma recursão imediatamente superior e outra inferior (Beer 1985, grifo nosso), dependendo da perspectiva adotada.

Em outras palavras, o princípio da recursão é multidimensional. Uma e a mesma organização ou unidade organizacional pode funcionar simultaneamente como um subsistema e um supersistema dentro da estrutura de diferentes configurações organizacionais recursivas, vide o diagrama da Figura 24. (SCHWANINGER, 2009)

Figura 24. O conceito de recursão é multidimensional



Nota: figura gentilmente cedida pelo Prof. Dr. Markus Schwaninger

Fonte: (Schwaninger 2009, tradução nossa)

O princípio da recursão pode “funcionar” não só dessa maneira, mas também pode ser concebido, ou pode se perceber, dessa maneira. Um exemplo simples que ilustra este ponto é uma organização que faz parte de uma organização e é ela própria composta de várias divisões (Recursão A no diagrama da Figura 27). (SCHWANINGER, 2009)

Para fazer face a um desafio ecológico, a organização em foco junta-se a outras empresas para formar uma associação adequada (Recursão B). Além disso, este empreendimento pertence a um consórcio de pesquisa e desenvolvimento (Recursão C). (SCHWANINGER, 2009)

É possível conceber ainda outras recursões. Uma recursão D, por exemplo, poderia ser introduzida na forma de empresas em que a empresa participe, para mantê-la próxima a desenvolvimentos inovadores em suas áreas de interesse. (SCHWANINGER, 2009)

Finalmente, as recursões não ocorrem necessariamente “de cima para baixo”; o princípio recursivo também pode ser circular. Em outras palavras, relacionamentos recursivos e heterárquicos são compatíveis (SCHWANINGER, 2009).

3.2.3 O diagnóstico da arquitetura sistêmica das organizações viáveis

Uma vez introduzidos os principais conceitos das teorias de sistemas, da cibernética organizacional e do VSM, nesta seção apresenta-se como podem ser aplicados ao diagnóstico de uma organização do ponto de vista de sua viabilidade.

Lassl (2019b), afirma que com o tempo as organizações tornam-se museus de decisões estruturais anteriores, onde não apenas se esquecem de adaptar as estruturas em função das novas circunstâncias, mas também não conseguem mais lembrar as razões da estrutura atual.

Para o autor “executivos e funcionários muitas vezes estão cientes de que suas estruturas organizacionais se tornaram desatualizadas e carecem de lógica, mas raramente buscam mudanças de forma ativa”. (LASSL, 2019b, p. 3, tradução nossa)

Um dos motivos para falta de perspectiva organizacional, conforme se observa em Lassl (2019a, 2019b, 2019c); Pérez Ríos (2012); Espejo & Reyes (2011); Schwaninger (2009); Hoverstadt (2008) é a dificuldade de conceituar a situação problema de forma suficientemente clara, combinada com a incerteza quanto ao julgamento.

Neste ponto Lassi (2019b), enfatiza que o VSM fornece um mapa e um guia sistemático para o funcionamento das organizações. O modelo fornece um diagnóstico de quais funções do sistema e canais de informação são necessários para que uma organização se torne viável e funcione adequadamente. Isso permite deduzir sistematicamente as disfunções ou patologias que podem ocorrer.

Nesse sentido, as disfuncionalidades ou patologias no âmbito da arquitetura organizacional básica de uma bacia hidrográfica, por exemplo, podem ser diagnosticadas observando-se as funções do sistema, canais de informação e controle, conforme descrito pelo VSM, configuram-se ausentes, pouco desenvolvidos ou incorretamente conectados.

Segundo Pérez-Ríos (2012), uma patologia é caracterizada pelo aparecimento de hipertrofias, ou comportamentos autônomos dentro do sistema completo do VSM (a organização), ou seja, disfunções nos sistemas que visavam apoiar o S1 a funcionar melhor.

As patologias que mais, frequentemente, aparecem nas organizações foram analisadas por Lassi (2019a, 2019b, 2019c); Pérez-Ríos (2012); Hoverstadt (2010); Schwaninger (2009); Beer (1985) e foram classificadas de forma abrangente por Pérez-Ríos (2012) em três grupos principais: i) patologias estruturais; ii) patologias funcionais; e iii) patologias informacionais.

Em seu trabalho sobre o diagnóstico de patologias organizacionais, Pérez-Ríos (2012) apresenta uma lista das que aparecem em cada um dos cinco sistemas (funções) do VSM (Sistemas 5, 4, 3, 3*, Homeostato 4-3, Sistema 2 e Sistema 1), além de apresentar as patologias que afetam a organização como um todo.

Segundo Pérez-Ríos (2012), as patologias estruturais estão relacionadas com a dimensão vertical do sistema, ou seja, as que dizem respeito ao desenho estrutural da organização em relação ao ambiente geral e aos vários ambientes específicos que contém. De outro modo, as patologias funcionais estão relacionadas à adequação das organizações (em todos os níveis de recursão), à prescrição feita pelo VSM sobre os subsistemas funcionais e seus relacionamentos.

Por fim, as patologias informacionais englobam as deficiências dos sistemas de informação e dos canais de comunicação da organização (PÉREZ-RÍOS, 2012). O autor destaca as seguintes patologias informacionais: i) fragmentação de sistemas de informação; ii) falta de sistemas de informação; iii) falta dos principais canais de comunicação; e, iv) canais algedônico insuficientes ou ausentes.

Na Tabela 3, adaptada a partir de Lassl (2019b), encontra-se uma generalização dos tipos das patologias e as consequências organizacionais para cada função de sistema ausente.

Tabela 3. Consequências da ausência de funções do sistema

Sistema Ausente	Consequências
Sistema 1	<ul style="list-style-type: none"> • Organizações “<i>talk the talk</i>”, muitos planos, mas nenhuma ou apenas execução limitada.
Sistema 2	<ul style="list-style-type: none"> • Conflitos entre os sistemas 1 e falta de coordenação.
Sistema 3	<ul style="list-style-type: none"> • Um sistema 4 dominante que sobrecarrega o sistema 1 com novas ideias, pois nenhum sistema 3 filtra e amortece o impulso do sistema 4 para a mudança.
Sistema 3*	<ul style="list-style-type: none"> • Surpresas que ocorrem repetidamente, como escândalos e crises, uma vez que ninguém procurou por eles em seus estágios iniciais. • Falta de controle de qualidade e ignorância das normas e padrões da organização; • Falta de projetos de otimização operacional; • Uma cultura de todos fazendo o que quiser
Sistema 4	<ul style="list-style-type: none"> • Ausência de inovação e desenvolvimento estratégico das organizações.
Sistema 5	<ul style="list-style-type: none"> • Paralisia devido à falta de uma identidade, propósito e princípios de tomada de decisão comuns.

Fonte: adaptada de Lassl (2019b)

Como observa-se, é essencial para a viabilidade de uma organização que as funções do sistema sejam totalmente desenvolvidas. Caso contrário, a organização corre o risco de perder sua capacidade de adaptação e se tornar disfuncional

Lassl (2019b), ainda destaca que conflitos organizacionais recorrentes costumam ser um bom indicador da falta de funções vitais do sistema: **“conflitos em erupção persistente não devem, portanto, ser tratados como um incômodo, mas como um sinal de alerta sobre disfunções profundas”** (LASSL, 2019b, p. 6, grifo nosso).

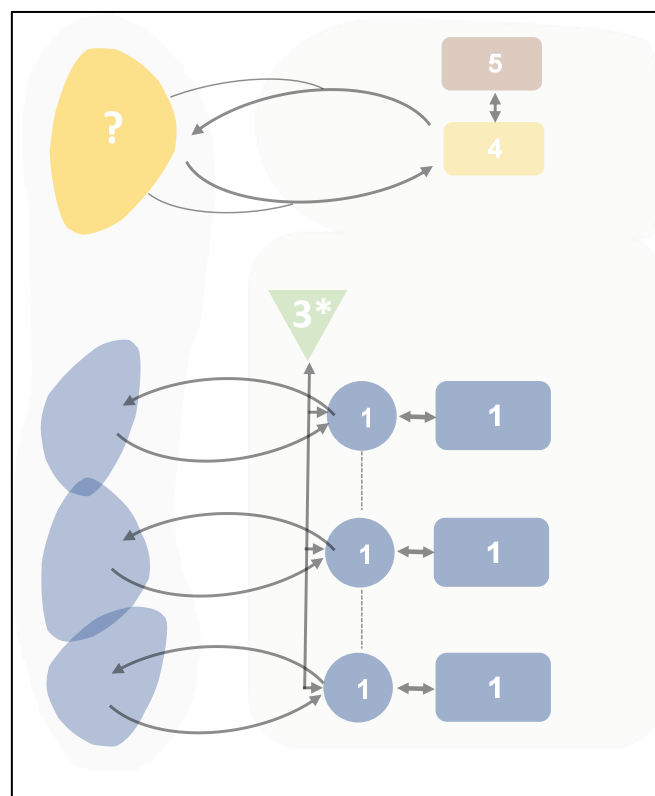
Lassl (2019b) pontua de maneira interessante o significado da reclamação de que “todo mundo está fazendo o que quer”. Para o autor a expressão muitas vezes é manifestação da falta de funções dos sistemas S2, S3 e S3*.

As organizações muito descentralizadas ou jovens que, no início de sua fase de crescimento, ainda não encontraram tempo para desenvolver seus processos internos, enfrentam problema semelhante. Organizações com uma forte cultura consensual, com

severas lutas internas de poder, ou sem um centro de poder claro também carecem tipicamente de um S3 e S3* robustos. (LASSL, 2019b)

No diagrama da Figura 25 um exemplo comum de disfunção/patologia no controle essencial (ausência do S3) e nos mecanismos de coordenação (ausência do S2). Se os sistemas estão ausentes, não há gestão operacional da organização.

Figura 25. Disfunção comumente encontrada em sistemas organizacionais: ausência dos sistemas 2 e 3.



Fonte: adaptado Lassl (2019b)

Segundo Lassl (2019b) uma disfunção grave consiste em um S4 ausente. Nesse caso, a organização se concentra apenas em seus procedimentos internos e esquece o que está acontecendo ao seu redor no ambiente mais amplo e como deve se preparar para o futuro.

Essa disfunção é especialmente perigosa, pois um S4 ausente permanece despercebido por um longo tempo. Sua ausência não perturba ninguém nas rotinas diárias (ao contrário do S2 e S3 ausentes). “Afinal, se você é bem-sucedido e vive bem com a estratégia e a organização atuais, de que mais precisa? (LASSL, 2019b, p. 5)

Lassl (2019b) ainda afirma que um S4 ausente, não só tem consequências graves para a capacidade de adaptação da organização e sua taxa de mudança, mas também para sua governança interna e para os processos de tomada de decisão.

Sem um S4, o S5 arrisca que questiona o S3 e oferece abordagens novas e diferentes, o S5 só pode seguir o "conselho" do S3. São, por exemplo, órgãos de fiscalização que carimbam o que lhes é apresentado por sua gestão executiva; em tal cenário, a organização não evolui mais, ou apenas em uma trajetória linear e bastante previsível. (LASSL, 2019b)

Como podemos ver, é essencial para a viabilidade de uma organização que todas as funções do sistema estejam totalmente desenvolvidas. Do contrário, a organização corre o risco de perder sua capacidade de se adaptar e se tornar disfuncional. (LASSL, 2019b)

Beer (1985) destaca outra disfunção relacionada às conexões errôneas entre as funções do sistema; por exemplo, se o S5 cria um canal para o S1, assume a função de controle do S3. Nesse tipo de organização, o S5 torna o S3 supérfluo. Ao mesmo tempo, o S2 e o S3* também são frequentemente afetados. Desconhecendo todos os planos operacionais, regulamentos e padrões estabelecidos pelo S2 e S3*, o S5 comanda o que considera correto e, conseqüentemente, na pior das hipóteses, causa confusão e caos.

O problema com esta disfunção, segundo Beer (1985) é que o S5 torna, não apenas o S3 supérfluo, mas também toma decisões sem conhecimento suficiente dos aspectos técnicos da operação. Assim, corre o risco de provocar oscilações perigosas na organização. Outro ponto indica que, os canais podem estar, simplesmente, ausentes; por exemplo, se o canal de prestação de contas e responsabilidade entre o S3 e os S1 não foi estabelecido. Neste caso, os comandos do S3 não alcançam os S1.

O diagnóstico de uma organização deve incluir também a relação da organização com seu ambiente e, mais especificamente, suas fronteiras. "O ambiente só se torna um ambiente e a organização uma organização se uma fronteira é traçada entre eles (na maioria dos casos pela organização)". (LASSL, 2019b p.12)

Sensores defeituosos, limites mal calibrados ou ambientes mal segmentados impedem que as variedades se ajustem de acordo com a Lei de Ashby. Conseqüentemente, a organização e seu ambiente tornam-se desalinhados. (LASSL, 2019b)

Traçar fronteiras também requer saber onde encontrar o ambiente, como ele está estruturado e que tipo de variedade ele contém. Aqui, os sensores de informação da

organização para o ambiente e suas capacidades analíticas desempenham um papel crucial. Falhas na avaliação do ambiente podem, frequentemente, ser o resultado de sensores ambientais insuficientes ou funcionando incorretamente. (LASSL, 2019b)

3.2.4 O *design* e a mudança para organizações inteligentes e viáveis

Lassl (2019c) apresenta os seguintes princípios para o *design* de organizações: as funções primárias antes das funções secundárias, o nível mais baixo antes dos níveis de recursão mais altos, e o equilíbrio fundamental entre o ambiente e as organizações antes de todas as questões estruturais.

O projeto de uma nova organização, portanto, não começa com a estrutura organizacional em si, mas com a análise e, se necessário, o projeto do equilíbrio fundamental entre o ambiente e a organização, seu propósito e estratégia (etapa 1). (LASSL, 2019c)

Todavia, antes de iniciar o processo de *design*, deve-se revisar criticamente e questionar a variedade com a qual uma organização deve se preocupar no futuro. Isso também se aplica à sua variedade operacional: quais partes de sua variedade a organização deve manter e a quais partes deve, em vez disso, dizer adeus? Esta revisão deve ser realizada obrigatoriamente antes mesmo de começar a projetar a estrutura organizacional real. O ponto final da agenda da primeira etapa do *design* é uma revisão crítica da complexidade interna. A aparência de uma estrutura organizacional sempre depende da variedade que deve processar. (LASSL, 2019c)

Em seguida, o *design* requer o exame dos processos das operações do negócio, com o objetivo de obter uma compreensão do que a organização faz e como seu modelo básico (operacional) funciona (etapa 2). Assim, a segunda etapa do processo de *design* consiste em projetar a estrutura básica das funções primárias. (LASSL, 2019c)

Em Lassl (2019c) encontra-se que a principal questão norteadora da etapa 2 é: como estruturar a variedade ambiental relevante e a dividir entre os vários S1 e níveis de recursão, de modo que seja gerada a menor complexidade interna possível que precise ser processada pelo meta-sistema?

Em relação à estratégia das organizações, é necessário capturar que tipo de variedade de ambiente a organização deseja processar, como ela deseja influenciar a variedade de ambiente e que tipo de variedade própria ela precisa. Também precisamos

entender como a organização segmenta seu ambiente de um ponto de vista estratégico, uma vez que a estrutura organizacional precisa refletir a estrutura ambiental o mais próximo possível. Portanto, na etapa 3 define-se os vários processos de gerenciamento e níveis de recursão necessários para governar toda a organização e controlar os processos operacionais. (LASSL, 2019c)

Em uma quarta etapa, define-se a estrutura do organograma e os processos integrativos necessários para evitar a fragmentação da organização e sustentar uma perspectiva holística. A partir daqui, deriva-se a estrutura organizacional (etapa 4). (LASSL, 2019c)

Finalmente, adiciona-se as várias funções secundárias que são necessárias para apoiar os principais processos de negócios (etapa 5). Na última etapa, as funções secundárias são adicionadas ao modelo organizacional. A adição e configuração das funções secundárias geralmente seguem o mesmo processo de *design* que as funções primárias. (LASSL, 2019c)

Este modelo básico é o "plano mestre" que descreve por qual estrutura organizacional a variedade deve ser progressivamente processada. Começa com as unidades operacionais elementares do S1, e de lá para os vários níveis de recursão, até o nível superior. (LASSL, 2019c)

Segundo Lassl (2019c), se o núcleo operacional da organização ficou claro, é hora de especificar concretamente como ele será gerenciado e controlado. A etapa 5, portanto, diz respeito à especificação de como as funções meta-sistêmicas em todos os níveis de recursão devem funcionar. Neste ponto, deve-se também abordar a questão a partir de qual nível de recursão os recursos (ou a variedade operacional) desta organização precisam ser controlados para obter as sinergias necessárias. (LASSL, 2019c)

O objetivo desse processo é traçar toda a sequência e pressupõe que a organização precisa ser projetada do zero. Na maioria dos casos, no entanto, as organizações desejam mudar apenas áreas específicas - com uma exceção: nunca se deve pular as etapas 1 e 2, ou seja, obter uma compreensão da modelagem organizacional é muitas vezes, não apenas um processo direcionado, mas também iterativo, devido às muitas incógnitas das quais só se toma conhecimento no decorrer do processo de *design*. (LASSL, 2019c)

CAPÍTULO IV

O dogmatismo realista, ao considerar a representação como efeito do objeto, quer separar representação e objeto, que no fundo são uma coisa só, e assumir uma causa completamente diferente da representação, um objeto independente do sujeito: algo no todo impensável, pois, precisamente como objeto, este já pressupõe sempre de novo o sujeito, e, permanece, por isso, sempre apenas sua representação.

Arthur Schopenhauer

Quando as pessoas lhes falavam de nuvens, eles diziam: com que rede esse peixe foi pescado? A pessoa respondia: não foi pescado não é peixe. E eles punham logo fim a conversa: não é real. O mesmo acontecia se as pessoas lhes falavam de cores, cheiros, sentimentos, música, poesia, amor, felicidade. Essas coisas, não há rede de barbante que as peguem. A fala era rejeitada com julgamento final: se não foi pescado no rio com rede aprovada não real.

Rubem Alves

4 METODOLOGIA

Esta pesquisa adota uma abordagem metodológica cujo projeto geral é mais bem descrito como sendo combinado com abordagens positivista e interpretativista, além de diferentes técnicas de coleta e análise de dados secundários e empíricos, com base na experiência da autora e em estudos de caso relacionados com parceiros de pesquisa do *Institute for Management and Strategy* (IfB) da Universidade de St. Gallen (UNISG).

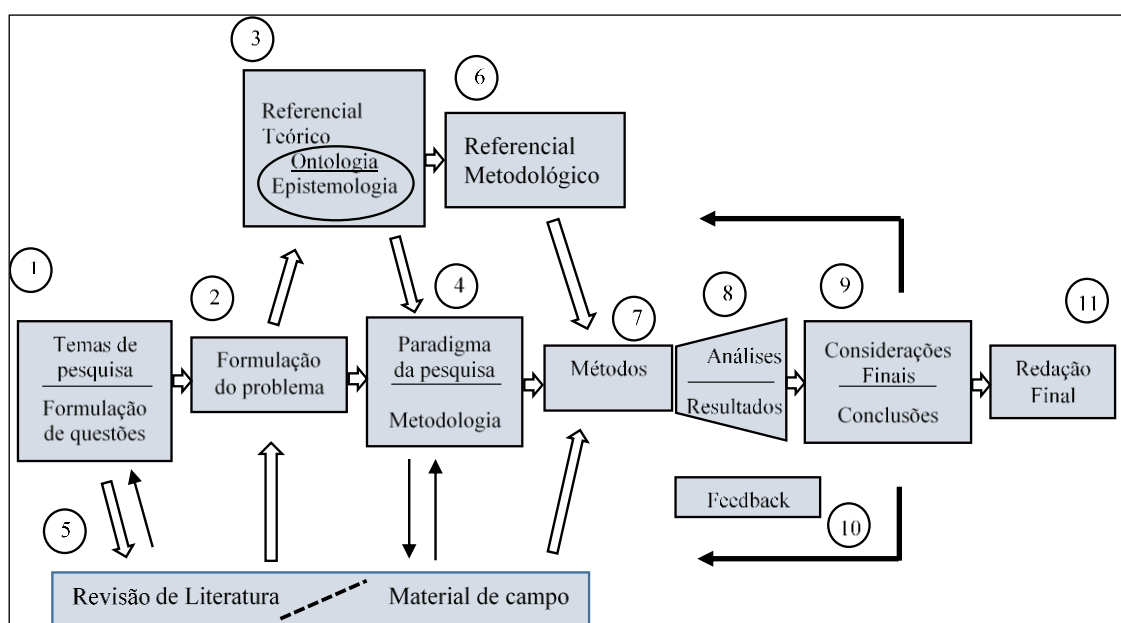
A validade da pesquisa é estabelecida conforme Yin (2015) pela triangulação de dados, observações, metodologia e a própria teoria. Segundo Yin (2015) e Rautanen (2017), são procedimentos adequados para combater possíveis vieses ou ameaças à qualidade dos resultados.

A abordagem escolhida permitiu que a pesquisadora explorasse as questões dentro de seu contexto, revelasse as diversas visões das partes interessadas, levantasse suposições subjacentes e encorajasse a participação das partes interessadas.

4.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA

A pesquisa foi conduzida e sistematizada com inspiração no diagrama de processo de Seppälä (2004), vide Figura 26. A escolha do diagrama é resultado da busca por coerência e pragmatismo na organização da elaboração deste manuscrito. Sua utilidade reside na ilustração das várias passagens do projeto de pesquisa, cujas ações se superpõem espacial e temporalmente.

Figura 26. Processo de pesquisa



Fonte: adaptado e modificado de Seppälä (2004)

O diagrama foi adaptado e modificado do manuscrito de Seppälä (2004), cujo título original é: *Visionary management in water services: Reform and development of institutional frameworks*. O manuscrito, juntamente com outros estudos produzidos por Hukka (1998), Rautanen (2017) e Laitinen (2020) lograram a consecução de seus objetivos utilizando a abordagem sistêmica para o desenvolvimento de capacidade institucional em governança dos recursos hídricos.

É interessante pontuar que análise dos estudos produzidos no âmbito da *Tampere University* influenciou a autora, não só pela questão do conteúdo estruturado em torno de estudo de casos único e múltiplos, realizados em diferentes continentes, bem como pela forma em que o conteúdo foi estruturado. Os estudos ajudaram a situar a autora quanto a

compreensão e resposta à pergunta crucial concernente ao propósito do estudo de caso na BHRF, que será apresentado ao leitor a seguir, no Capítulo V.

Cabe destacar que a pesquisa obedeceu a todos os protocolos exigidos pelo Comitê de Ética em Pesquisas (CEP) com seres humanos. A pesquisa está registrada na Plataforma Brasil sob o número 50285121.2.0000.8023.

4.2 ABORDAGEM METODOLÓGICA DO ESTUDO DE CASO

De acordo com Yin (2015), o estudo de caso é um projeto apropriado sob várias circunstâncias. Para esta pesquisa um “estudo de caso único comum” foi projetado para captar as circunstâncias e as condições da situação problema da BHRF com objetivo de gerar estímulos elucidativos e processos de inovações para a governança dos recursos hídricos.

4.2.1 O diagnóstico e o *design* da arquitetura sistêmica das Organizações de Bacias Hidrográficas

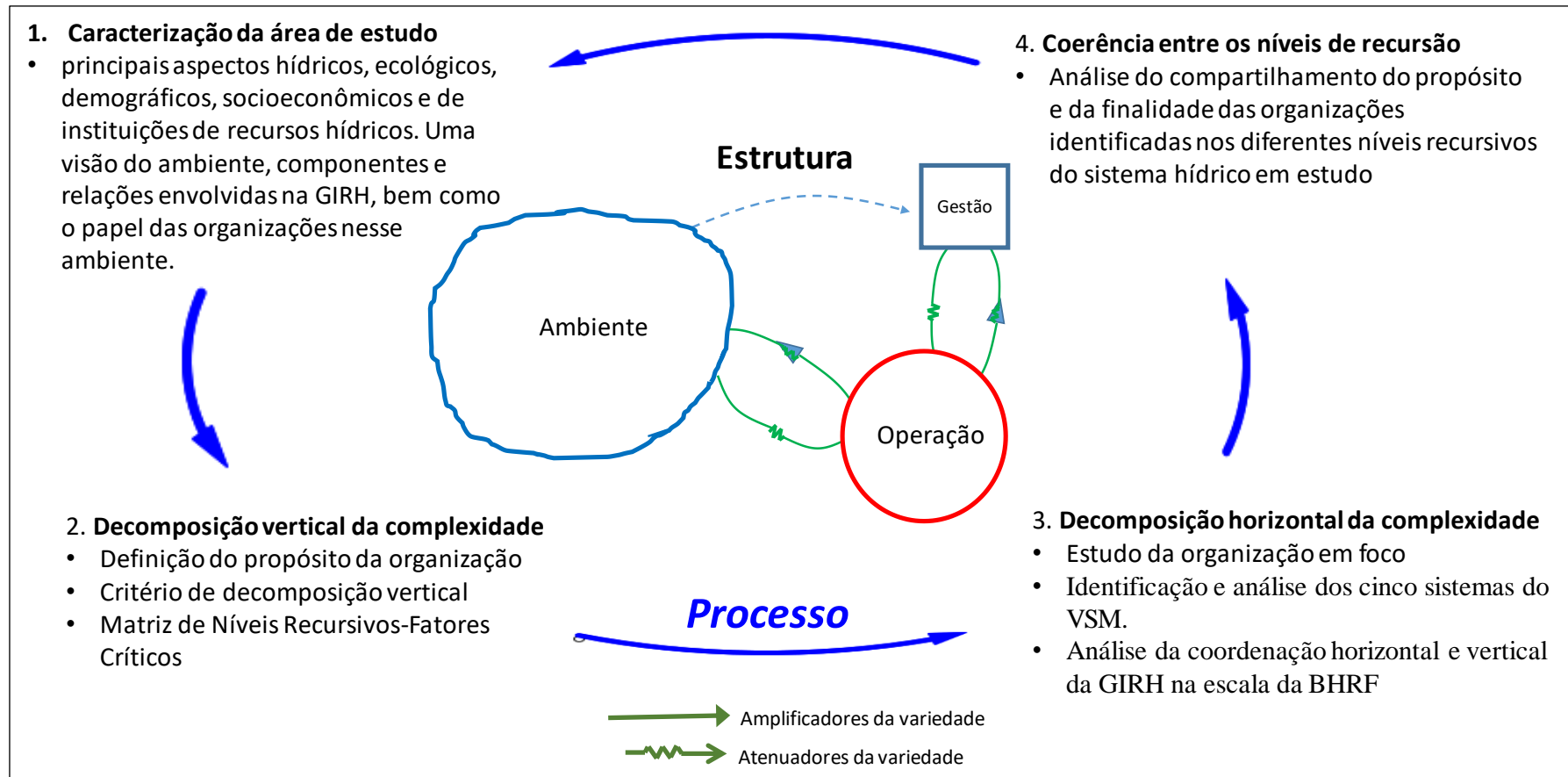
Um estudo detalhado sobre a Bacia Hidrográfica Rio Formoso (BHRF) foi realizado a partir da estrutura do VSM e com base num processo de trabalho, adaptado de Schwaninger (2021, 2009), Lassi (2019a, 2019b e 2019c), Pérez-Ríos (2012) e Hoverstadt (2010).

O esquema da Figura 27 representa a estrutura e o processo metodológico adotado neste estudo de caso e que se constitui na abordagem inovadora para a governança multinível dos recursos hídricos. A tríade no interior do esquema refere-se à estrutura do modelo organizacional adotado por esta pesquisa.

O estudo envolveu a estruturação do VSM para o diagnóstico, *design* e análise da coordenação vertical e horizontal da GIRH na BHRF. A partir do VSM, a investigação consistiu em analisar e discutir como a organização equilibra a complexidade da GIRH por meio dos mecanismos de atenuação e amplificação das variedades.

Em outras palavras, seguindo os pressupostos da pesquisa, a estratégia básica para o diagnóstico e o *design* consistiu em entender como a organização atenua a variedade externa e amplifica a variedade operacional envolvida no processamento da GIRH

Figura 27. A estrutura e o processo metodológico do estudo de caso da BHRF



Fonte: elaboração da autora

Seguindo o disposto em Schwaninger (2009), para o diagnóstico e o *design* três tipos de amplificadores e atenuadores das variedades foram considerados, a saber:

- Estruturais: segmentação de mercado e concentração de forças para construir repertório comportamental, diferenciação, modularização, redundância, descentralização e autonomia, bem como todos os tipos de restrições (normas, regras, condições, valores), que podem absorver a complexidade.
- Conversacional/interativo: resolução de problemas em equipes, abordagem discursiva para formação de estratégia etc.
- Cognitivos: estes são os órgãos sensoriais e a percepção, bem como o sistema de informação por meio do qual os sinais vitais são perpetuamente filtrados do fluxo de eventos

De outro modo, os quatro estágios no exterior do esquema da Figura 27 representam o processo de aplicação do VSM. A seguir os estágios do processo são descritos em detalhes, uma vez que a estrutura do VSM foi apresentada na seção 3.2.2.

4.2.2.1 Estágio 1: caracterização da área de estudo

A busca pela compreensão do ambiente, seus componentes, as relações envolvidas e o papel das organizações, permitiu avaliar os aspectos mais relevantes em relação à organização do estudo de caso. Entre estes, distinguimos aqueles que dizem respeito ao presente, nomeadamente, aspectos ou agentes atuais, e aqueles associados ao futuro.

Neste estágio, foi conferida maior ênfase às variáveis que podem ter um impacto maior na GIRH. A caracterização apresenta parte de todo o ambiente, com a correspondente complexidade (variedade) com a qual a organização deve lidar para manter sua existência independente (propósito) apesar de quaisquer mudanças que possa enfrentar, ou seja, para continuar sendo viável.

Dessa forma, caracterizou-se as áreas fundamentais a serem consideradas no ambiente. Essas áreas estão associadas aos seguintes aspectos: sistema ecológico, socioeconômico, político, legislativo, institucional, mercados, demográfico, etc.

4.2.2.2 Estágio 2: decomposição vertical da complexidade: o propósito e os níveis de recursão da organização

Hoverstadt (2010) explica que organizações são coisas difíceis de construir e administrar, então deve haver uma boa razão para ter uma. A principal razão para ter uma organização é fazer coisas que um indivíduo não pode fazer sozinho porque a tarefa é muito complexa. Ou é muito grande, requer habilidades mais diversas do que aquele indivíduo tem, ou precisa ser realizado em vários lugares diferentes ou em momentos diferentes. Em outras palavras, as organizações são simplesmente uma forma de lidar com diferentes tipos de complexidade.

Conforme Schwaninger (2009), ao lidar com problemas complexos é crucial identificar, exatamente, os limites nos quais o problema se manifesta. Para o autor, não adianta tentar lidar com a ineficiência dentro de uma determinada organização, a menos que se disponha de um modelo claro da multiplicidade de interações que estarão envolvidas.

Pérez-Ríos (2012) afirma que uma boa caracterização da identidade e do propósito da organização ajudará a definir o que faz parte da organização e o que, por outro lado, pertence ao seu ambiente. Portanto, no VSM a viabilidade é analisada a partir de limites bem estabelecidos do ambiente, da organização e da gestão.

Uma das etapas críticas na modelagem de uma organização pelo VSM, seja para diagnóstico ou *design*, é entender a estrutura de como a organização lida com a complexidade das tarefas que realiza. No VSM essas tarefas compreendem especificamente as “atividades primárias”.

Trata-se das tarefas que a organização faz que agregam valor aos “consumidores” externos do sistema. Essa é uma distinção vital e, seja qual for o critério para definir os limites entre o ambiente, a organização e a gestão, a distinção entre **atividades primárias** e **secundárias** (de suporte) está no cerne da compreensão do propósito/identidade da organização – para o VSM este estágio é sobre entender “em que negócio estamos” (Beer, 1985).

Para Lassl (2019b) e Hoverstadt (2010) existem diferentes maneiras de distinguir entre funções primárias e secundárias de uma organização, a definição utilizada nesta pesquisa é baseada no conceito de que existe algum tipo de troca de valor entre uma organização e seu ambiente que mantém a existência da organização. No VSM as atividades que entregam esse tipo de valor são primárias.

Portanto, o termo primário é uma declaração do propósito que a organização existe para cumprir as expectativas dos consumidores. Não é um argumento sobre a importância das tarefas.

- Critério para decomposição vertical da complexidade

O objetivo da decomposição vertical da complexidade, segundo Pérez-Ríos (2012) é entender como a complexidade está distribuída ao longo do sistema e como as unidades primárias, identificadas nesse sistema, estão lidando com a complexidade externa.

Para decompor a organização em níveis recursivos, Pérez-Ríos (2012) ensina escolher um ou mais critérios para definir os ambientes específicos e as organizações às quais eles corresponderão. Pérez-Ríos (2012) chama cada nível gerado nesse processo de quebra vertical de “nível de recursão”. Portanto, em cada nível identificado haverá um ambiente e a organização que deve ou de fato corresponde a ele. Na seção 3.2.2.8 discutimos a natureza recursiva do VSM em detalhes.

É importante observar aqui que cada organização que aparece durante a decomposição vertical deve ser um sistema viável completo. Pérez-Ríos (2012) e Schwaninger (2009) alerta que não devemos confundir este processo com um simples aumento do grau de resolução da “imagem” da organização, uma vez que tais entidades não são meras partes da entidade inicial, funcional ou não, mas organizações completas viáveis, com todas as características estabelecidas pelo VSM para garantir essa viabilidade.

Nesta pesquisa o **critério espacial** foi estabelecido para o procedimento de decomposição vertical da complexidade, ou seja, a BHRF foi definida como a unidade primária do planejamento e gestão dos recursos hídricos, conforme predispõe o *framework* institucional formal da GIRH.

Para o procedimento da decomposição da BHRF em níveis recursivos, identificou-se que o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) adota o sistema conhecido como “ottobacias” para codificação oficial das bacias hidrográficas brasileiras. A metodologia de codificação das ottobacias destaca-se de outros métodos de codificação devido à facilidade de implementação e interpretação, sendo adotada em diversos estudos para delimitação e classificação de bacias hidrográficas, tal qual na identificação das

Áreas Estratégicas de Gestão (AEG) do Plano Estadual de Recursos Hídricos (TOCANTINS, 2011a).

A codificação das ottobacias, baseia-se na identificação do rio principal, e posteriormente, codificam-se suas bacias afluentes por área de contribuição. De acordo com a Resolução CNRH nº 30 de 30 de 11 de dezembro de 2002, inicialmente o sistema de codificação caracterizou com maior consistência as bacias hidrográficas do continente sul-americano.

Dessa forma, para a espacialização das bacias e elaboração do mapa dos níveis de recursão do sistema hídrico em estudo, utilizou-se o *software* ArcGIS 10.1, da *Environmental Systems Research Institute* – ESRI. Nesta plataforma de GIS, estruturou-se uma base de dados geográficos, no formato *shapefile*, contendo dados cartográficos básicos e temáticos disponíveis no sítio do geoportal da Secretaria de Planejamento e Orçamento (Seplan) (Seplan, 2022).

Os dados básicos correspondem as feições de linhas representantes da hidrografia e dos limites políticos administrativos do estado do Tocantins. Os dados temáticos contêm os sistemas hidrográficos do nível 6 das ottobacias, que compreende o sistema hidrográfico Araguaia-Tocantins e os limites das bacias e sub-bacias hidrográficas.

Por fim, no ambiente ArcGIS empregou-se a técnica de representação coroplética conforme proposto por Archela e Théry (2008), consagrada no emprego de espacialização de dados cartográficos temáticos.

- Matriz de Níveis de Recursão - Fatores Críticos

Estabelecidos os níveis recursivos do sistema hídrico em estudo por meio do procedimento de decomposição vertical da complexidade, o próximo passo foi identificar os elementos fundamentais a serem considerados em cada nível de recursão encontrado.

Para tanto, a Matriz de Níveis de Recursão - Fatores Críticos, adaptada de Pérez-Ríos (2012) foi utilizada. Na matriz as linhas são formadas pelos diferentes níveis de recursão e as colunas contêm os principais pontos relevantes a serem considerados em cada nível, vide Figura 28.

Figura 28. Matriz de Níveis de Recursão – Fatores Críticos

		Horizontal Dimension									
		1. Recursion Level	2. Spatial scope	3. Relevant Issues/Purpose	4. Organization	5. Stakeholders	6. Influential Institutions/Organisms	7. Applicable Legislation	8. Actions Formulated	9. Means	10. Communication Channels
Vertical Dimension	Level 0										
	Level 1										
	Level...										
	Level n										

© José Pérez Ríos I/CO5.145e/A/En

Fonte: Pérez-Ríos (2012)

4.2.2.2 Estágio 3: decomposição horizontal da complexidade: a organização em foco

Depois de diagnosticar a estrutura geral do sistema de interesse, e de ter identificado os diferentes níveis de recursão relevantes, a atenção foi dirigida à BHRF. Segundo Pérez-Ríos (2012), este estágio permite o entendimento de como uma organização absorve a complexidade do ambiente, embora restrita a apenas uma parte do sistema de interesse, que por convenção foi denominada: **organização em foco**.

Essencialmente nesta dimensão, foram analisados os seguintes elementos da coordenação vertical e horizontal da GIRH: o ambiente específico da organização em foco, a organização em foco e a sua gestão.

Como vimos na seção 3.2 o VSM reúne as condições necessárias e suficientes para a viabilidade de uma organização. Estas condições estão relacionadas à existência de um conjunto de sistemas ou funções configuradas pela arquitetura do VSM, apresentadas em detalhes na seção 3.2.2.

- Análise dos sistemas e funções do VSM da BHRF

A análise da arquitetura e funções da organização diagnosticada neste estudo de caso obedeceu ao que Beer (1985) determina para análise dos dois grupos básicos de questões sobre os cinco sistemas ou as funções do VSM.

A primeira visa determinar a própria existência e constituição do sistema, ou seja, descobrir se existe e, em caso afirmativo, avaliar a sua concretização em termos de capacidade para desempenhar a função requerida.

Seguindo o que preconiza Beer (1985), o segundo grupo de questões procura analisar, sempre que pertinente, as relações da organização com os demais sistemas e com o ambiente. Nesse contexto, existem também duas dimensões principais em que essa relação se encontra: uma pode ser considerada horizontal (sobretudo com o ambiente ou, no caso dos S3 e S1 com o S2) e a outra vertical, referente a ligações entre os diferentes sistemas ou funções do VSM.

Neste estudo de caso os trabalhos de Lassl (2019a, 2019b, 2019c), Péres-Ríos (2012), Hoverstadt (2010), Schwaninger (2009) e Beer (1985) foram utilizados para identificar as patologias ou disfunções da arquitetura organizacional sistêmica da Gestão Integrada dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica Rio Formoso (BHRF).

Da mesma forma, os trabalhos forneceram a estrutura para análise e proposição do *design* para o VSM da BHRF. Nos Apêndice 2 e 3 o leitor poderá encontrar os princípios e axiomas organizacionais que fundamentam a análise de um VSM.

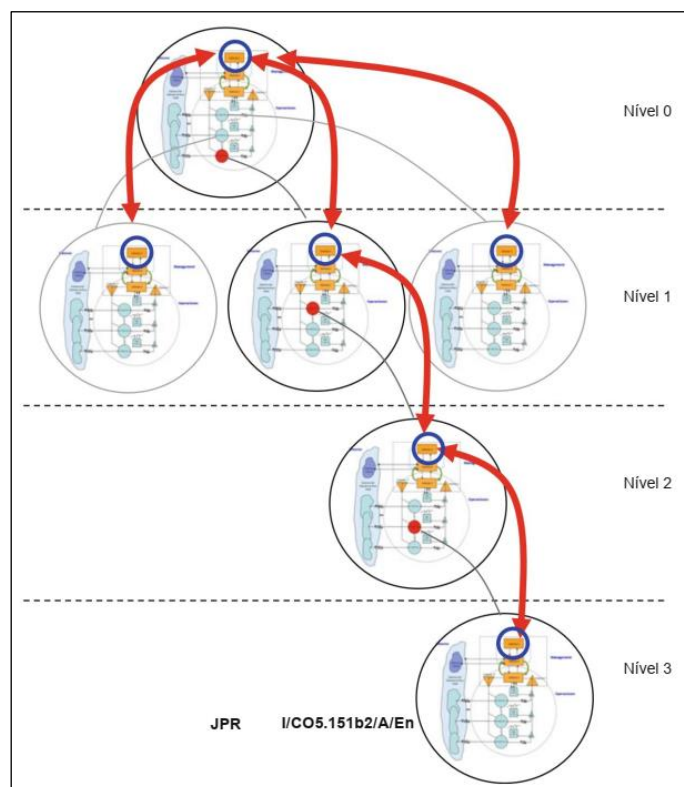
4.2.2.3 Estágio 4: coerência entre os diferentes níveis de recursão

Nos três primeiros estágios foram definidos ou esclarecidos o propósito da organização em estudo, identificou-se os níveis de recursão com seus respectivos ambientes e organizações, bem como foram diagnosticados e analisados os elementos da coordenação vertical e horizontal da organização em foco.

No quarto estágio do estudo, revisou-se o VSM correspondente às organizações pertencentes à global. O passo final, portanto, foi verificar a coerência e a unidade estrutural entre as diferentes organizações, em seus diversos níveis de recursão e de acordo com o critério de recursão correspondente, neste caso o espacial.

A ideia é garantir que propósito e a finalidade da organização proposta no nível recursão R0 sejam compartilhadas pelas sub-organizações nos diferentes níveis, vide o diagrama da Figura 29.

Figura 29. Coerência entre os Sistema 5s de diferentes níveis de recursão



Fonte: Pérez-Ríos (2012)

4.3 COLETA DE EVIDÊNCIAS PARA O ESTUDO DE CASO

Esta pesquisa adere ao protocolo para realização de estudos de caso proposto por Yin (2015). Neste sentido, as evidências foram coletadas a partir de várias fontes. Seguindo o protocolo, foram utilizadas mais de seis fontes de evidência: documentação, registros de arquivo, entrevistas, observações diretas, observação participantes e mapas.

4.3.1 Documentação e registro de arquivos

Para o estudo de caso, os documentos serviram para corroborar a teoria e aumentar as evidências obtidas durante todas as fases do processo de pesquisa. Foram realizadas buscas sistemáticas de documentação no âmbito dos Sistemas Nacional e Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos e seus sistemas de informações, entre

o período de janeiro de 2019 a fevereiro de 2022. Um banco de dados foi construído com objetivo de organizar todas essas informações por datas, categorias e áreas.

Dentre os principais documentos levantados destaca-se o Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Formoso (PBHRF); o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PeRH); Plano Estratégico da Região Hidrográfica Araguaia-Tocantins (PERHAT); o Plano Estadual de Irrigação (PEI); Diagnóstico e Elaboração das Cartas Climáticas do Estado do Tocantins; atas de reuniões do Comitê de Bacia do Rio Formoso (CBHRF); atas de reunião do Conselho Estadual dos Recursos Hídricos (CERH); documentos do processo da Ação Civil Pública nº 0001070-72.2016.8.27.2715/TO disponível na Plataforma Eproc de processos judiciais do Tocantins, Notas Técnicas, Pareceres de Câmaras Técnicas, além de artigos científicos, notícias em veículos de imprensa, entre outros.

4.3.2 Entrevistas

As entrevistas constituíram fonte essencial de evidência do estudo de caso. Segundo Yin (2015) os entrevistados bem informados podem proporcionar *insights* importantes sobre o assunto ou ações. Eles também podem fornecer atalhos para a história prévia das diferentes situações, ajudando a identificar outras fontes relevantes de evidência.

Quando da flexibilização das regras sanitárias em decorrência da COVID-19, e da aprovação da pesquisa no Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos (agosto/2021), as entrevistas foram realizadas com representantes do setor público, sociedade civil organizada, usuários e especialistas. As entrevistas ocorreram no período que compreende julho de 2021 a fevereiro de 2022.

As entrevistas revelaram informações sobre opiniões, concepções, expectativas, percepções sobre objetos ou fatos das organizações que atuam na BHRF, bem como complementaram informações sobre fatos ocorridos que não puderam ser observados pela pesquisadora. Sempre lembrando que as informações coletadas são **versões** sobre fatos ou acontecimentos.

4.3.3 Questionário

Um questionário foi, especialmente, elaborado para aplicação junto aos membros do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH) e Comitê de Bacia Hidrográfica Rio Formoso (CBHRF), instâncias colegiadas responsáveis pela implementação do *framework* formal da GIRH no estado do Tocantins. Para a aplicação do questionário obteve-se a autorização de pesquisa das autoridades do CERH e do CBHRF.

O instrumento é constituído de 20 questões, distribuídas em 9 categorias diferentes inspiradas nas meta-questões do VSM e adaptado de Ramirez-Gutierrez et al., (2020). O leitor poderá encontrar o instrumento no Apêndice 4.

Para avaliação das questões utilizou-se uma escala de cinco pontos do tipo *Likert*. A cada questão foi atribuída uma escala qualitativa e outra quantitativa como segue: (1) discordo muito, (2) concordo, (3) indeciso, (4) concordo, (5) concordo muito. Todos os participantes da pesquisa foram submetidos às mesmas perguntas e às mesmas alternativas de respostas.

A pontuação total da atitude de cada respondente é dada pela somatória das pontuações obtidas para cada afirmação. Para analisar o questionário *Likert* foi utilizado o cálculo do Ranking Médio (RM) proposto por Oliveira (2005).

Neste modelo atribui-se um valor de 1 a 5 para cada resposta a partir da qual é calculada a média ponderada para cada item, baseando-se na frequência das respostas. Desta forma, foi obtido o RM por meio das seguintes equações:

$$\text{Média Ponderada (MP)} = \sum (f_i \cdot V_i) \quad (3)$$

$$\text{Ranking Médio (RM)} = \text{MP} / (\text{NS}) \quad (4)$$

Onde:

f_i = frequência observada de cada resposta para cada questão,

V_i = valor de cada resposta, e

NS = nº de sujeitos

De acordo com o questionário, pontuações desconhecidas e aquelas entre 1 e 3 indicam uma patologia organizacional; caso contrário, pontuações entre 4 a 5 indicam um sistema operacional funcionando corretamente.

Também foi calculado o grau de satisfação por meio da porcentagem que é equivalente ao valor da média em pontos. Para encontrar o valor equivalente da média (de 1 até 5) em percentual, utilizou-se a equação abaixo:

$$\text{Grau de intensidade de satisfação em percentual} = \frac{(\text{média} - 1) \times 100}{\text{Número de pontos na escala Likert} - 1} \quad (5)$$

Ademais, foi realizado um cálculo do desvio-padrão de cada questão para avaliar a variação das respostas. Utilizamos a equação de desvio-padrão para analisar os dados coletados de uma amostra de população maior (no nosso caso, os respondentes equivalem a uma amostra dos representantes do CBHRF e CERH).

Os questionários foram adaptados para a ferramenta de formulários *google* e enviados, individualmente, para os endereços eletrônicos de todos os membros de ambas as instâncias colegiadas, no período de 20 de agosto a 30 de setembro de 2021. Para todos os participantes que concordaram em participar da pesquisa foi enviada uma cópia do Termo de Esclarecimento Livre e Consentido (TELC), exigido como parte do protocolo do Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos (CEP).

4.3.3 Observação direta e participante

As observações direta e participante constituíram um desafio importante para esta pesquisa, e proporcionou oportunidades incomuns para a coleta de dados do estudo de caso. O desafio inicial foi o de obter acesso aos eventos e reuniões do CERH e CBHRF.

Apesar dos eventos de ambas instâncias serem abertos ao público, a intervenção por meio da pesquisa teve que seguir um longo caminho para aceitação e reconhecimento dos distintos interessados na BHRF.

As observações direta e participante ocorreram principalmente em reuniões ordinárias e extraordinárias de ambas instâncias no período de novembro de 2020 a dezembro 2021.

A participação na Oficina da Região Norte para revisão do Plano Nacional de Recursos Hídricos (2022-2040), em 05 de maio de 2021, também se constituiu em oportunidade que possibilitou interação e observação dos membros do CERH e CBHRF no contexto de discussão das reformas institucionais em curso.

Destaca-se que, seguindo os protocolos para realização de estudos de caso proposto por Yin (2015), os resultados da pesquisa foram apresentados para o presidente do CBHRF em 09/02/2022 e também para integrantes da equipe da Diretoria de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (DPGRH) da Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMARH) em 14/03/2022.

4.4 CRITÉRIOS PARA O JULGAMENTO DA QUALIDADE DA PESQUISA

Em Yin (2015) encontra-se que quatro testes têm sido usados comumente para estabelecer a qualidade de qualquer pesquisa social empírica. Como o estudo de caso é parte desse corpo maior, os quatro testes são relevantes para esta pesquisa.

Segundo Yin (2015) os testes também são utilizados como um quadro para avaliar grandes grupos de estudos de caso no campo da gestão estratégica. Os quatro testes são:

- Validade do constructo: identificação das medidas operacionais corretas para os conceitos sendo estudados;
- Validade interna: busca do estabelecimento da relação causal pela qual se acredita que determinadas condições levem a outras condições, diferenciadas das relações espúrias;
- Validade externa: definição do domínio para o qual as descobertas do estudo podem ser generalizadas; e
- Confiabilidade: demonstração de que as operações de um estudo – como os procedimentos para a coleta de dados – podem ser repetidas, com os mesmos resultados.

A cada item da lista de Yin (2015) foi dada atenção explícita. No Capítulo VII o Quadro 4 da seção 7.3 apresenta a triangulação, validade e confiabilidade ao leitor.

CAPÍTULO V

A cada qual cabe seu céu e sua Bastilha, a cada qual o infinito de seus sonhos. O que importa é deixar-se o menos possível enganar, e permanecer livre. Entendo: em relação aos outros e em relação a si. Epicuro diria: rir militando...Não subjugues a força alegre do teu desejo.

André Comte-Sponville

O organismo, a sua destruição, a indestrutibilidade da matéria, a Lei da conservação da energia e a evolução, eis os termos que tinham substituído a sua antiga fé. Esses termos e os conceitos que lhe andavam ligados serviam para fins de ordem intelectual, mas não explicavam a vida.

Leon Toltói

Uma vez que lagos e sistemas fluviais são separados uns dos outros por barreiras de terra, é possível imaginar que as produções de água doce não tenham tido uma propagação extensa em um mesmo território; e como o mar é aparentemente uma barreira ainda mais impressionante, que eles jamais chegariam a países distantes. Contudo o caso é exatamente o contrário. Quando pela primeira vez recolhi espécimes de água doce no Brasil, lembro-me muito bem da surpresa que tive diante da similaridade dos insetos, conchas, etc. de água doce, e a dissimilaridade dos seres terrestres das vizinhanças, comparados com os da Inglaterra.

Charles Darwin

5 O ESTUDO DE CASO DA BACIA HIDROGRÁFICA RIO FORMOSO

Nessa seção estão reunidas informações que oferecem uma visão sobre os principais aspectos hídricos, ecológicos, demográficos, socioeconômicos e de instituições de recursos hídricos. Pretende-se destacar a compreensão do ambiente, componentes e relações envolvidas na GIRH, bem como o papel das organizações nesse ambiente.

Isso nos permite avaliar os aspectos mais relevantes para análise do estudo de caso. Com objetivo de subsidiar o diagnóstico e o *design* da arquitetura sistêmica da BHRF, nesta caracterização, foram enfatizadas as variáveis que podem ter um impacto maior na organização objeto de estudo (mudanças tecnológicas, mercados, legislação, regulamentos, restrições ecológicas, etc.).

5.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

5.1.1 Geografia e clima

Conforme divisão estabelecida pela ANA, a Bacia Hidrográfica Rio Formoso (BHRF) pertence aos domínios da Região Hidrográfica do Araguaia-Tocantins (RHAT), a segunda maior Bacia Hidrográfica da América do Sul. A RHAT representa importância no contexto nacional, pois se caracteriza pela expansão da fronteira agrícola, principalmente com relação ao cultivo de grãos e potencial hidroenergético. (ANA, 2015)

A RHAT constitui um sistema fluvial situado na maior bacia sedimentar intracratônica do Quaternário na América do Sul (Bacia Sedimentar do Bananal); um baixo estrutural ainda pouco estudado que está em processo de subsidência (VALENTE & LATRUBESSE, 2012).

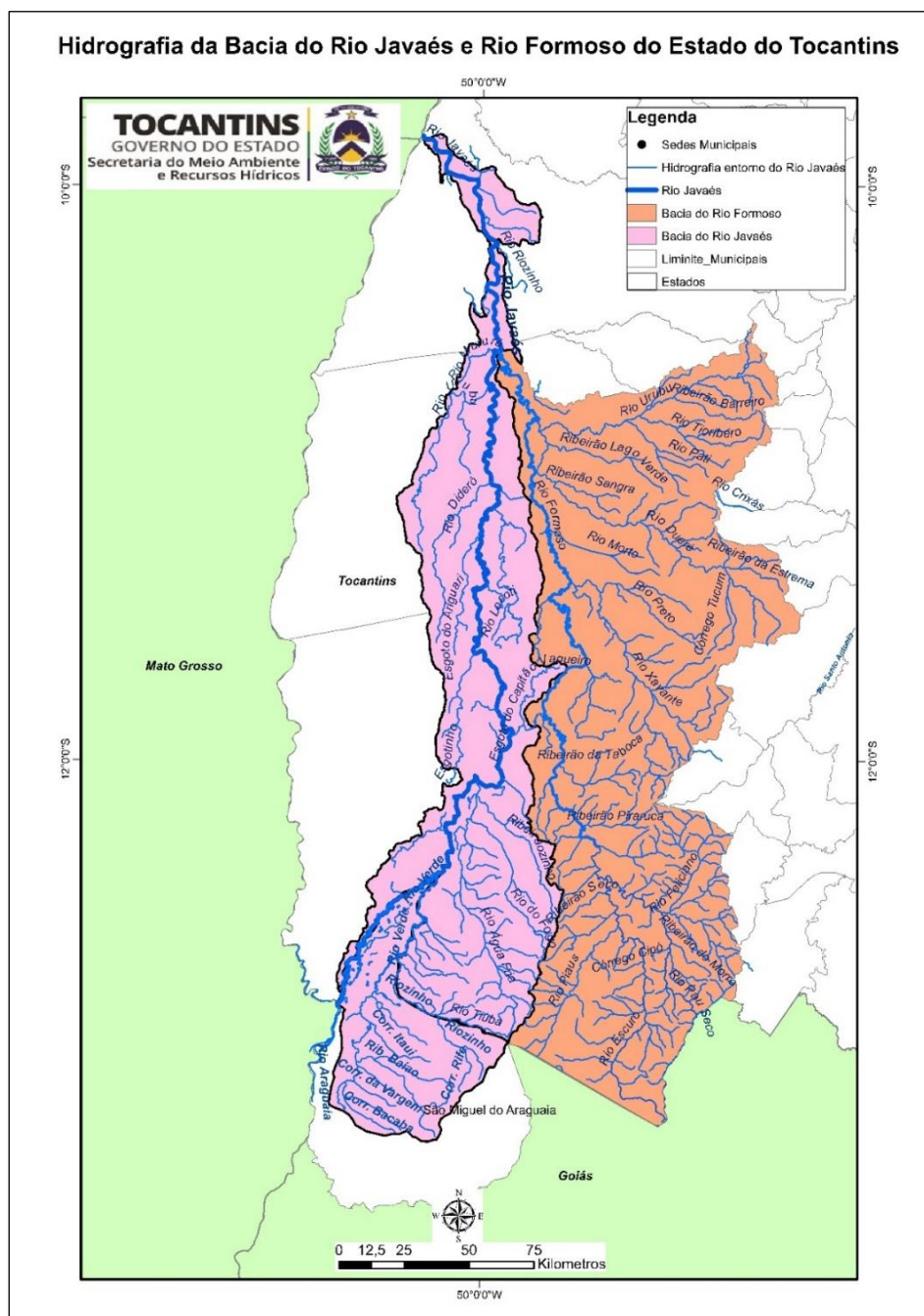
Possui uma área de, aproximadamente, 920 mil km² (10,8% do território nacional) e abrange os estados de Goiás (21%), Tocantins (30%), Pará (30%), Maranhão (4%), Mato Grosso (15%) e o Distrito Federal (0,1%). Grande parte se situa na região Centro-Oeste, desde as nascentes dos rios Araguaia e Tocantins até a sua confluência, e daí, para jusante, adentra na Região Norte até a sua foz. (ANA, 2015)

A Região Hidrográfica possui 409 municípios; destes, 384 têm sedes municipais inseridas no seu território. A população total da região é de, aproximadamente, 8,6 milhões de habitantes. A maior parte da população (76%) se concentra nos centros urbanos localizados, principalmente, na bacia do rio Tocantins. A densidade demográfica é de 9,3 hab./km², aproximadamente, 2,5 vezes menor que a média brasileira, que é de 22,4 hab./km². (ANA, 2015)

A BHRF encontra-se na margem direita do Rio Araguaia, que tem sua nascente nos rebordos da Serra dos Caiapós, no estado de Goiás, encaminhando-se para o norte até confluir com o rio Tocantins. Neste centro forma-se a extensa Ilha do Bananal, com 60 km de largura e 350 km de comprimento. Considerada a maior ilha fluvial do mundo e como um lugar mítico, de onde se originaram os povos indígenas Karajá e Javaé. (VALENTE & LATRUBESSE, 2012)

Principal tributário do Rio Javaés, o Rio Formoso constitui uma área de 21.328,55 km², correspondente à 5,6% da bacia do Araguaia e cerca de 7,7% da área total do Estado do Tocantins, vide mapa da Figura 30. (TOCANTINS, 2007)

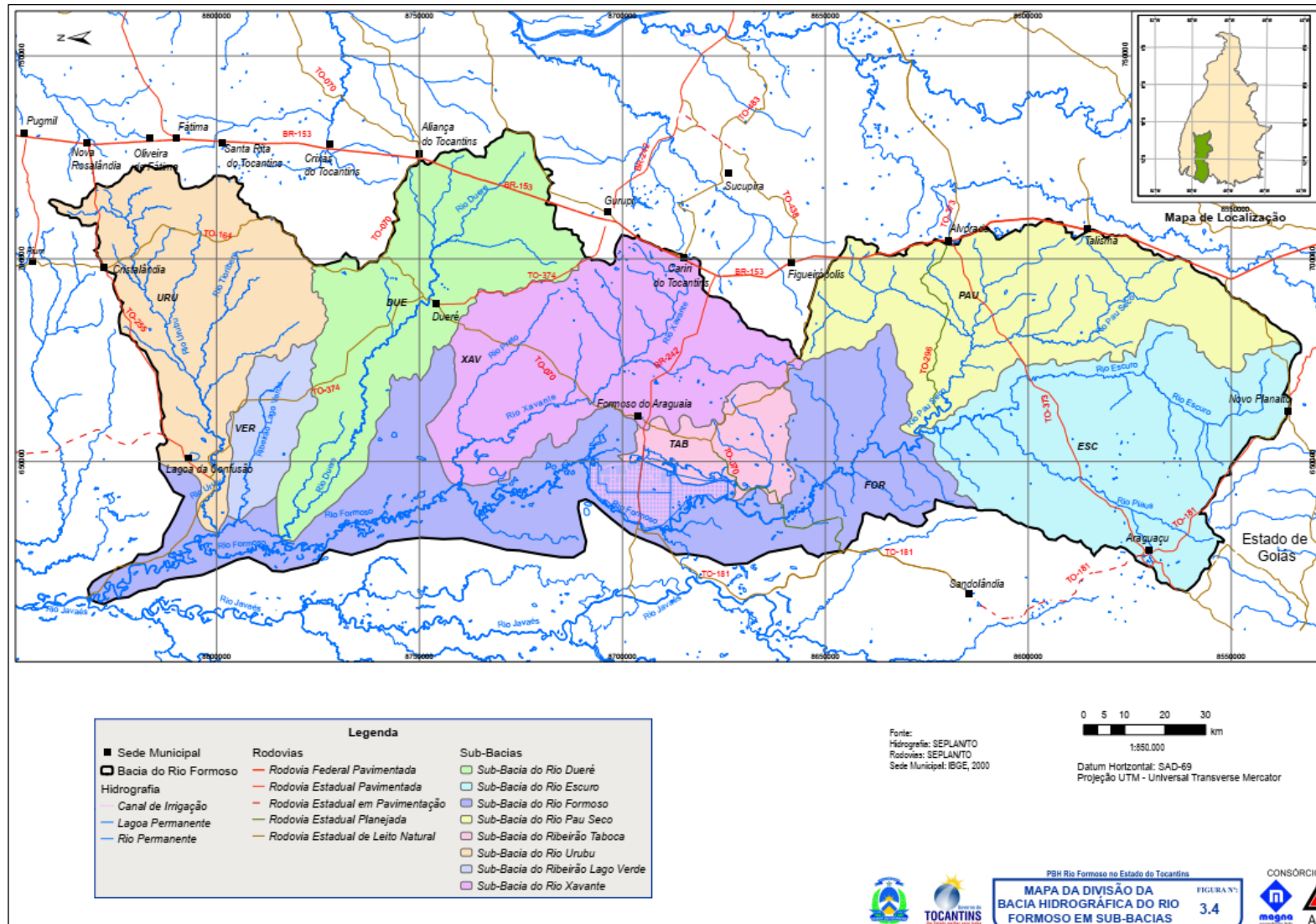
Figura 30. Mapa das Bacias Hidrográficas do Rio Javaés e do Rio Formoso.



Fonte: Tocantins (2021)

Situada na região sudoeste do estado do Tocantins, a BHRF compreende os paralelos $10^{\circ}28'$ e $13^{\circ}16'$ de latitude Sul e os meridianos $48^{\circ}50'$ e $49^{\circ}57'$ de longitude Oeste. O sistema hídrico da BHRF é composto por oito sub-bacias principais, a saber: **Escuro, Pau Seco, Taboca, Xavante, Dueré, Lago Verde, Urubu e Áreas Marginais ao Rio Formoso**, vide mapa da **Figura 31**. (TOCANTINS, 2007)

Figura 31. Mapa da divisão da bacia Hidrográfica do rio Formoso em sub-bacias



Fonte: TOCANTINS (2007)

A BHRF abrange parte do território de 21 municípios, que apresentam percentuais distintos de inserção no domínio físico de cada sub-bacia, e, deste total, 7 tem sede municipal nelas inseridas (Cristalândia, Araguaçu, Formoso do Araguaia, Dueré, Cariri, Lagoa da Confusão). (TOCANTINS, 2007)

Embora três dos 21 municípios inseridos na área do estudo pertençam ao estado de Goiás (Porangatu, Novo Planalto e São Miguel do Araguaia), o Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Formoso (PBHRF), desconsiderou a participação goiana na área da bacia por ser menor que 3%. (TOCANTINS, 2007)

Outros três municípios tocantinenses (Fátima, Oliveira de Fátima e Pium) têm seus limites municipais apenas tangenciando o divisor de bacia, com áreas inexpressivas dentro da mesma (cerca de 0,02%). Para fins de gestão da bacia, Tocantins (2007) também desconsiderou essas unidades territoriais. (TOCANTINS, 2007)

O mapa da Figura 32 apresenta uma comparação entre as divisões municipais e a divisão dada pelos divisores d'água das sub-bacias hidrográficas do rio Formoso, verifica-se que nenhum município está totalmente inserido na área das bacias. (TOCANTINS, 2007)

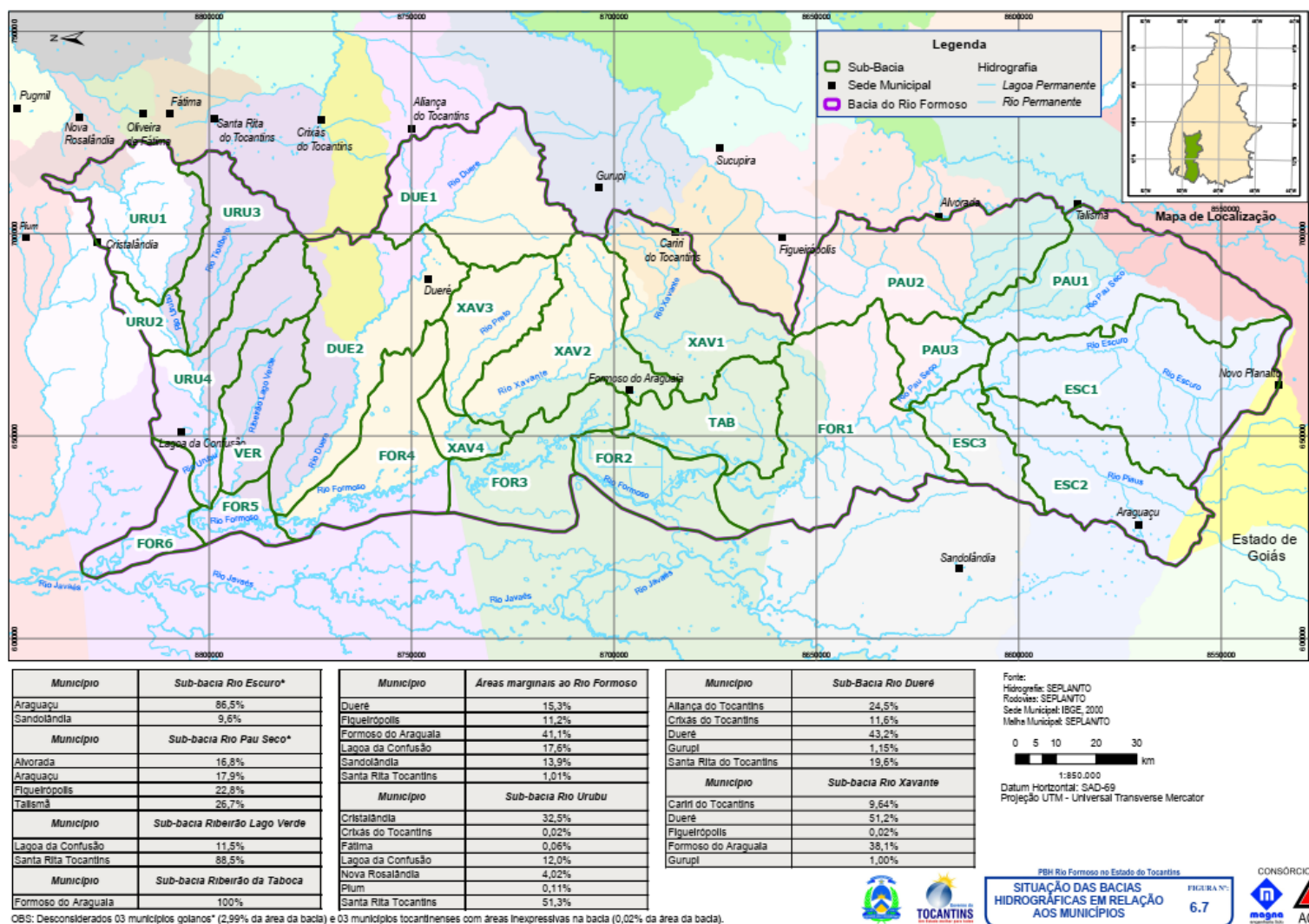
Os municípios da bacia possuem condição geográfica favorável à produção agrícola, sobretudo a irrigada, e à pecuária, tendo em vista o grande volume hídrico disponível, favorecidos também, pelas planícies e depressões onde há uma cobertura vegetal propícia à criação de rebanhos bovinos. (TOCANTINS, 2007)

Com relação ao clima, destaca-se que o estado do Tocantins está localizado em uma região com dois padrões distintos relativo ao comportamento da precipitação pluviométrica, um período chuvoso, também denominado estação chuvosa, e um período seco (estação seca). A estação chuvosa, de um modo geral, inclui os meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março, que, em uma visão mais genérica, corresponde a estação climática verão. (TOCANTINS, 2020)

Segundo o método de Thornthwaite, a BHRF apresenta clima úmido variando de moderada à nula deficiência hídrica, evapotranspiração potencial variando em média de 1.400 a 1.700 mm, distribuindo-se no verão em torno de 390 e 500 mm ao longo dos três meses consecutivos com temperatura mais elevada. (TOCANTINS, 2007)

O relatório do Inventário Climático do Estado do Tocantins (TOCANTINS, 2020), apresenta análise sobre indicadores hidrológicos que incluem alguns municípios que compõem a bacia: Pium, Lagoa da Confusão, Formoso do Araguaia e Gurupi.

Figura 32. Participação territorial percentual de cada município que compõe a bacia hidrográfica do rio Formoso



Fonte: TOCANTINS (2007)

Ao analisarem indicadores hidrológicos de Formoso do Araguaia, os pesquisadores afirmam que a ausência de dados sobre a duração do período chuvoso no interior da série histórica (1990-2017), dificulta a análise da variabilidade decorrente da atuação dos fenômenos El Niño Oscilação Sul (ENOS), bem como de mudanças climáticas. Entretanto, o estudo conclui, a partir do número de dias de chuva, que a série analisada não sugere qualquer mudança climática ocorrendo em Formoso do Araguaia. (TOCANTINS, 2020)

No município de Lagoa da Confusão, verifica-se uma forte tendência de aumento no número de dias de chuva, contrariando os relatos do IPCC (2014), mas ainda sim suscitando uma análise da possível ocorrência de mudanças climáticas no Município. Mas, a pequena quantidade de dados prejudica a avaliação da variável na série histórica (2004-2018). (TOCANTINS, 2020)

Em Gurupi, constata-se que mesmo que se verifique a tendência de diminuição dos valores do conjunto de dados do período chuvoso, a série histórica (1993-2018) não sugere a ocorrência de mudanças climáticas. Por outro lado, a análise do número de dias de chuva, indica “uma fortíssima tendência de diminuição dos dias de chuva em Gurupi”, devendo ser investigada a ocorrência de mudanças climáticas. Ademais, verifica-se indícios de mudança climáticas associadas a ocorrência de veranicos, cuja tendência é bastante acentuada na série histórica analisada. (TOCANTINS, 2020)

Por fim, os indicadores hidrológicos do município de Pium, apresentam a tendência de diminuição da duração do período chuvoso e do número de veranicos⁹. Esse resultado corrobora com as previsões do Painel Intergovernamental sobre Alterações Climáticas (IPCC), o relatório de 2014 do IPCC aponta uma redução da ordem de 10 dias, sendo este um indício de mudança climática no município. (TOCANTINS, 2020)

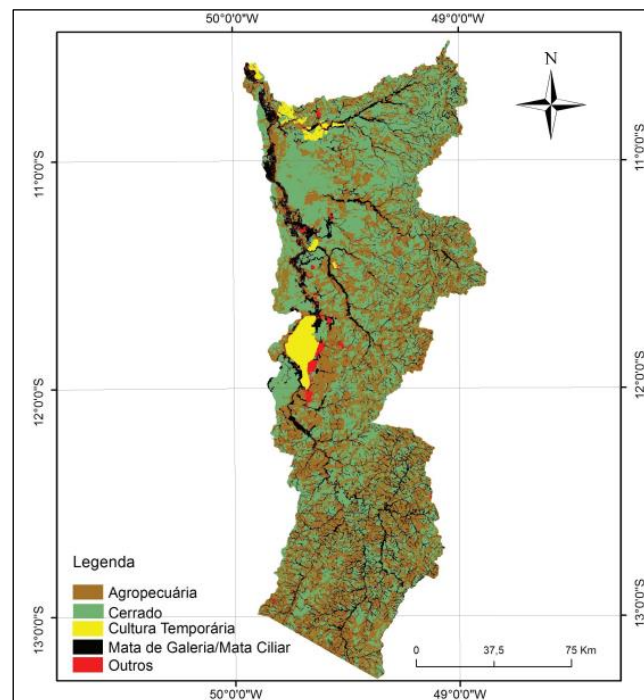
O relatório conclui que os resultados do Diagnóstico Climático do Tocantins confirmam o que está disposto em Marengo (2009) apud Tocantins (2020) sobre as projeções de modelos climáticos regionais.

Os estudos revelam, com alta e média confiabilidade, que até 2100 irão ocorrer chuvas mais fracas durante as estações chuvosas, no Norte e Nordeste do Brasil, e aumento de dias secos consecutivos com possibilidade de secas mais intensas e frequentes a partir de 2050 no leste da Amazônia. (TOCANTINS, 2020)

⁹ O veranico ou veranito é um fenômeno meteorológico comum nas regiões meridionais do Brasil. Consiste em período de estiagem, acompanhado por calor intenso (25-35 graus centígrados), forte insolação e baixa umidade relativa em plena estação chuvosa ou em pleno inverno. (Wikipédia)

Com relação aos usos do solo e cobertura vegetal, 43,51% da área é destinada às práticas agropecuárias, 2,11% ao cultivo de culturas temporárias, 41,9% da cobertura vegetal encontra-se ocupada por fitofisionomias do Cerrado, principalmente Cerrado Sentido Restrito e Parque Cerrado, 11,29% por mata ciliar ou mata de galeria e o restante da área se divide em outros usos como praias e área urbanizada, vide mapa da Figura 33. (ALVES et al. 2015)

Figura 33. Mapa de cobertura e uso do solo da bacia hidrográfica do rio Formoso -2015



Fonte: Alves et al. (2015)

5.1.2 Terra indígena, unidade de conservação e sítio Ramsar: aspectos importantes da área de influência da BHRF

A principal característica do Araguaia é ser um rio de planície com estrutura marcada por uma compartimentação em degraus. São nítidas três seções ou níveis: alto, médio e baixo curso. Esta distinção foi feita primeiramente pelo Departamento Nacional de Portos e Vias Navegáveis (DNPVN), que elegeu o grau de declividade e de navegabilidade do canal principal como critérios funcionais para essa divisão. (LOPES, 2019)

Conforme mencionado a BHRF integra o sistema da bacia médio Araguaia. Nessa região a bacia hidrográfica do rio Araguaia comanda o sistema fluvial de drenagem da Ilha do Bananal. O rio Javaés, considerado um braço menor do próprio Araguaia, também participa da sua rede de drenagem. Na sua margem esquerda desaguam os rios Diderô, Barreiro, Aruari e Riozinho (formado pelo rio Randi-torô), que nascem e correm inteiramente no interior da ilha. Pela margem direita, o rio Javaés recebe as águas do rio Formoso, seu principal afluente. (LOPES, 2019)

Portanto, a BHRF está situada na área de influência direta do Parque Nacional do Araguaia (PNA), uma unidade de conservação (UC) de proteção integral, reconhecida como Patrimônio Mundial da Humanidade e Reserva da Biosfera pela UNESCO, situada totalmente sobre as terras insulares fluviais da ilha do Bananal.

Segundo Lopes (2019), a dinâmica das águas é o elemento ambiental mais influente na estrutura, composição e configuração da paisagem do PNA. Para Junk et al., (1989), o pulso de inundação do rio Araguaia pode ser considerado a força motriz que propicia tanto a diversidade como a produtividade biológica na Ilha do Bananal. As inundações anuais de longa duração são responsáveis pela constituição de ambientes diversificados, com variação entre espaços aquáticos, semiúmidos e terrestres.

Em face à complexidade do sistema hídrico do médio Araguaia, destaca-se que o Brasil é signatário da Convenção sobre Zonas Úmidas de Importância Internacional, mais conhecida como Convenção de Ramsar. Estabelecida em fevereiro de 1971, na cidade iraniana de Ramsar, está em vigor desde 1975. Ela foi incorporada plenamente ao arcabouço legal do Brasil em 1996, pela promulgação do Decreto nº 1.905/96.

Desde sua adesão à Convenção, o Brasil promoveu a inclusão de vinte e quatro unidades de conservação e três Sítios Ramsar Regionais, somando 27 Sítios na Lista de Ramsar. Dentre as UCs incluídas na Lista de Ramsar está a Ilha do Bananal. A lista pode ser consultada na página eletrônica do Ramsar Sites Information Service (RSIS).

Destaca-se que a vegetação na Planície do Bananal em geral, e particularmente no PNA é bastante diversificada, característica da área de tensão ecológica entre a Amazônia e o Cerrado. Estes dois biomas são importantes tanto pela sua extensão (ocupando respectivamente o primeiro e o segundo lugar em distribuição contínua no território nacional), como por sua biodiversidade. (LOPES, 2019)

Dentre as florestas tropicais a Amazônia é considerada a mais biodiversa. O mesmo ocorre para o Cerrado, reconhecido como um tipo de savana mais rica e biodiversa MYERS et al., (2000). Lopes (2019) pontua que por pertencer à região Norte, o Tocantins

compõe parte da Amazônia Legal. Contudo a Floresta Amazônica ocupa apenas 9% do território estadual. Os 91% restantes estão sob o domínio do bioma Cerrado.

Outro aspecto importante da Planície do Bananal é a presença dos povos indígenas. Segundo Toral (2004), os Iny¹⁰ vivem na Ilha do Bananal e no seu entorno comprovadamente desde pelo menos 1600. Todo esse território pode ser considerado terra tradicional desses grupos indígenas. Toral (2004), afirma que a criação do PNA sofre de grave vício de concepção:

A área do PNA englobava então a totalidade da Ilha do Bananal habitada na época por cerca de 2,5 mil índios Javaé e Karajá, além dos Avá-Canoeiro ainda sem contato com brancos e índios, divididos em aproximadamente dez aldeias, que recebiam assistência do Serviço de Proteção aos Índios (SPI) através de quatro Postos Indígenas (PI). Alguns desses postos existiam desde 1927! Esse Decreto (decreto presidencial nº 47.570, de 31/12/59), assim, declarou de forma equivocada a inexistência de grupos indígenas na Ilha do Bananal, indo contra todas as Constituições brasileiras que reconheciam o direito dos índios sobre os territórios que ocupavam. Tal decreto foi aplicado juntamente com a Lei Estadual nº 2.370, de 17/12/1958, que autorizava o governo do estado de Goiás a doar a Ilha do Bananal à União para criar um Parque Nacional. Em uma canetada, esse “descuido” das autoridades goianas e federais fez uma área indígena transformar-se em Parque Nacional. Os Karajá e Javaé passaram da condição de proprietários à condição de “invasores”. (TORAL, 2004 p. 482)

Para Toral (2004), a questão agora é: “como proteger a Ilha do Bananal em termos ambientais e, ao mesmo tempo, garantir o uso da área pelos Karajá e Javaé? ”.

O estudo de Toral (2004) revelou questões extremamente conflituosas na Ilha do Bananal, como por exemplo, o retorno progressivo dos criadores de gado às terras da Ilha, boa parte deles por iniciativas conjuntas de algumas lideranças indígenas e dos criadores de gado dos municípios de Pium, Lagoa da Confusão, Cristalândia e Formoso do Araguaia.

Entre as lideranças Javaé existe praticamente um consenso a respeito das vantagens de se alugar a terra. Alegam a falência da assistência oficial da Funai e do estado do Tocantins, além da inexistência de projetos alternativos. Na verdade, os ganhos com o gado não são canalizados para projetos de interesse da comunidade; antes, permanecem restritos às famílias de lideranças legítimas dessas aldeias

¹⁰ Iny é a autodenominação geral dos povos de língua Karajá e pode ser traduzido como “gente”, “ser humano”. Os Iny podem ser discernidos em três subgrupos: Karajá, Javaé e Xambioá (também conhecidos como Karajá do Norte). Tanto “Javaé” como “Karajá” são nomes de provável origem Tupi-Guarani que lhes foram atribuídos no contato com outros grupos indígenas e não-indígenas. Os Javaé e Karajá autodenominam-se também Itya Mahādu, que significa “o Povo do Meio”. Os três subgrupos são culturalmente semelhantes, embora haja algumas diferenças, e falam diferentes dialetos da língua Karajá, pertencente ao tronco lingüístico Macro-Jê. (Rodrigues, 2004, p. 480)

Os preços praticados são abaixo do mercado regional e os índios são submetidos a todo tipo de trapaças. (TORAL, 2004, p. 484)

Se o avanço da pecuária sob a área de conservação denotava preocupação, o Plano de Manejo do Parque Nacional do Araguaia (PMPNA), elaborado em 2000, advertia para implicações decorrentes dos projetos de irrigação na BHRF:

As barragens do rio Formoso para irrigação das lavouras de arroz e a drenagem do rio Javaés para o estabelecimento desta monocultura trarão no futuro próximo fortíssimos impactos negativos para os ecossistemas do Parque e da região, descaracterizando os atributos naturais e ameaçando a manutenção e produção dos recursos hídricos e bióticos. (MMA, 2000, p. 3)

5.1.3 Aspectos demográficos e socioeconômicos

A população estimada na BHRF, segundo o último censo do IBGE (2010), é de 279.730 habitantes. Deste total, 207.423 habitantes estão distribuídos nos 18 municípios do estado do Tocantins. Enquanto, 72.307 habitantes nos 3 municípios de Goiás. A Tabela 4 apresenta dados demográficos para os municípios que compõem a BHRF.

Tabela 4. População e densidade populacional dos municípios que compõem a Bacia Hidrográfica Rio Formoso – 2010

Município	População*	Densidade Demográfica h/km²
Aliança do Tocantins (TO)	5.303	3,59
Alvorada (TO)	8.381	6,91
Araguaçu (TO)	8.418	1,70
Cariri do Tocantins (TO)	4.499	3,33
Cristalândia (TO)	7.268	3,91
Crixás do Tocantins (TO)	17.136	3,38
Dueré (TO)	4.686	1,34
Fátima (TO)	3.824	9,94
Figueirópolis (TO)	5.222	2,77
Formoso do Araguaia (TO)	18.358	1,37
Gurupi (TO)	88.428	41,80
Lagoa da Confusão (TO)	13.989	0,97
Nova Rosalândia (TO)	4.348	7,30
Novo Planalto (GO)	4.592	3,18
Oliveira de Fátima (TO)	1.124	5,04
Pium (TO)	7.830	0,67
Porangatu (GO)	45.866	8,79
Sandolândia (TO)	3.371	0,94
Santa Rita do Tocantins (TO)	2.407	0,65
São Miguel do Araguaia (GO)	21.849	3,63
Talismã (TO)	2.831	1,19

Fonte: IBGE *população estimada 2021

Na BHRF a rede urbana regional apresenta-se fragmentada, com predominância (42,8%) de municípios com até 5.000 habitantes, há cidades importantes, com maiores contingentes populacionais, como Gurupi.

De modo geral, os indicadores socioeconômicos da BHRF estão abaixo da média nacional. O PIB per capita médio da bacia é de R\$ 26.619,44 (Brasil, R\$ 33.593,82). Em média o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal¹¹ (IDHM) é de 0,67 (Brasil, 0,76). Sendo 0,64 para IDHM-Renda, 0,81 para IDHM-Longevidade e 0,58 para IDHM-educação. Na Tabela 5 o leitor poderá obter uma visão dos dados por município.

Tabela 5. PIB per capita (2018), Índice de Desenvolvimento Humano (2010) e Índice de Gini (2010) dos municípios que compõem a BHRF

Município	PIB per capita R\$ 2018	IDHM 2010	IDHM Renda 2010	IDHM Long. 2010	IDHM Educação 2010	Índice de Gini 2010
Aliança do Tocantins (TO)	19.053,15	0,66	0,61	0,80	0,60	0,54
Alvorada (TO)	32.238,90	0,71	0,68	0,84	0,62	0,58
Araguaçu (TO)	22.458,34	0,68	0,64	0,80	0,60	0,57
Cariri do Tocantins (TO)	80.738,87	0,66	0,64	0,83	0,55	0,57
Cristalândia (TO)	15.058,80	0,67	0,66	0,81	0,57	0,53
Crixás do Tocantins (TO)	25.491,44	0,64	0,60	0,80	0,56	0,48
Dueré (TO)	24.603,80	0,68	0,65	0,85	0,57	0,52
Fátima (TO)	17.527,40	0,70	0,65	0,81	0,64	0,57
Figueirópolis (TO)	32.230,93	0,69	0,66	0,82	0,60	0,49
Formoso do Araguaia (TO)	18.913,66	0,67	0,64	0,80	0,59	0,51
Gurupi (TO)	25.690,42	0,76	0,74	0,84	0,71	0,57
Lagoa da Confusão (TO)	37.107,01	0,63	0,63	0,79	0,50	0,51
Nova Rosalândia (TO)	13.059,51	0,66	0,58	0,79	0,63	0,56
Novo Planalto (GO)	23.336,08	0,66	0,62	0,83	0,55	0,56
Oliveira de Fátima (TO)	18.374,45	0,68	0,63	0,80	0,61	0,54
Pium (TO)	20.802,95	0,65	0,63	0,82	0,53	0,48
Porangatu (GO)	20.811,53	0,73	0,71	0,85	0,64	0,53
Sandolândia (TO)	20.944,64	0,66	0,63	0,79	0,58	0,47
Santa Rita do Tocantins (TO)	38.902,85	0,65	0,63	0,83	0,53	0,51
São Miguel do Araguaia (GO)	21.981,46	0,66	0,67	0,82	0,54	0,54
Talismã (TO)	29.682,14	0,65	0,65	0,80	0,54	0,47

Fonte: IBGE

A economia regional da BHRF e suas redes urbanas associadas são fortemente influenciadas pelos sistemas viários terrestres com sentido principal Norte-Sul. A densidade demográfica reflete a influência que a rodovia Belém-Brasília exerceu sobre a

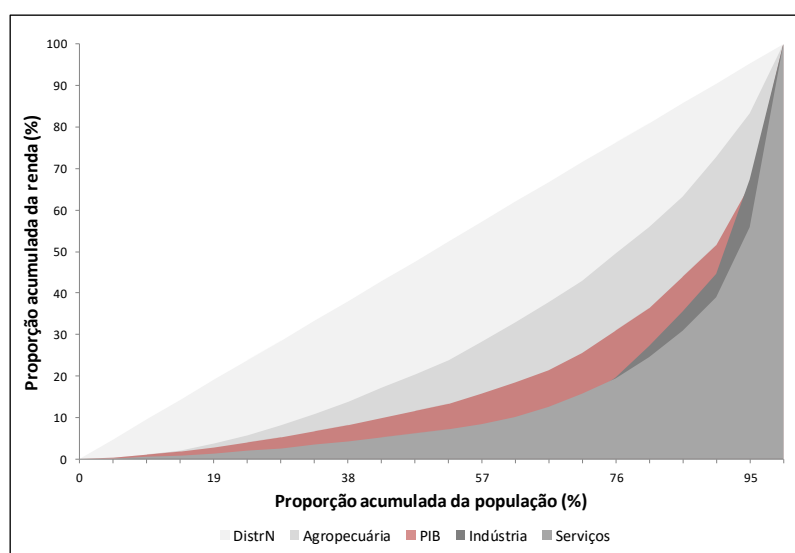
¹¹ O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) é uma medida composta de indicadores de três dimensões do desenvolvimento humano: longevidade, educação e renda. O índice varia de 0 a 1. Quanto mais próximo de 1, maior o desenvolvimento humano. O IDHM brasileiro segue as mesmas três dimensões do IDH Global - longevidade, educação e renda.

ocupação da região. É por este sistema que se dá a expansão da agropecuária, principal vetor econômico da dinâmica espacial da região – e a posterior conexão das cidades que surgem e dão suporte à indústria, ao comércio e aos serviços. (TOCANTINS, 2007)

O Índice de Gini¹² médio para a renda domiciliar na BHRF em 2010 foi de 0,52. Em 2010, os menores índices de Gini, entre 0,60 e 0,70, foram observados nos Estados de Rondônia, Acre, Tocantins, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso.

As informações do PIB dos municípios permitem avaliar, entre outros aspectos, a concentração da produção econômica na BHRF. A o gráfico da Figura 34 representa a curva de Lorenz¹³ considerando o PIB, o valor adicionado da agropecuária, da indústria e dos serviços, evidenciando a concentração da economia regional.

Figura 34. Curva de Lorenz do Produto Interno Bruto, do valor adicionado bruto da Agropecuária, da Indústria e dos Serviços da BHRF – 2018



Fonte: elaborado pela autora a partir de dados do IBGE (2018)

A agropecuária é a atividade econômica que apresenta o menor grau de concentração na economia da BHRF, na medida em que sua respectiva curva de Lorenz

¹² O Coeficiente de Gini – também chamado de Índice de Gini – é um dado que permite avaliar a distribuição das riquezas de um determinado lugar. Mensurado em um número que vai de 0 a 1, de forma que 0 representa um país totalmente igualitário – isto é, em que toda a sua população possui a mesma renda –, e 1 representa um país totalmente desigual, em que apenas um indivíduo ou uma parcela muito restrita de pessoas concentra toda a renda existente.

¹³ A Curva de Lorenz é um gráfico utilizado para representar a distribuição relativa de uma variável em um domínio determinado. O domínio pode ser o conjunto de pessoas de uma região ou país, por exemplo. A variável cuja distribuição se estuda pode ser a renda das pessoas. A curva é traçada considerando-se a percentagem acumulada de pessoas no eixo das abscissas e a percentagem acumulada de renda no eixo das ordenadas. (Journal of Quantitative Methods for Business and Administration, 2006)

situa-se acima das demais. O inverso ocorre com as atividades de serviços e indústria, cujas curvas situam-se abaixo daquela da agropecuária, evidenciando os setores com maior concentração na economia da BHRF.

Como os Serviços e a Indústria somados representam aproximadamente 53% do valor adicionado bruto total (em 2018, a Agropecuária registrou R\$ 1.187.036 bilhão; a Indústria, R\$ 471.166 milhões; e os Serviços, R\$ 2.635.851 bilhões), a curva de Lorenz do PIB da BHRF (R\$ 6.464.162 bilhões) apresenta-se bem próxima da curva dessas atividades. A atividade industrial, representada pela curva mais à direita, denota grande concentração da economia regional em municípios como Gurupi.

A BHRF ainda se encontra em uma área inserida no sistema multimodal de transportes do corredor centro-norte de exportação, que tem na Ferrovia Norte Sul a promessa de se constituir em “espinha dorsal dos sistemas de transportes do Brasil”. (TOCANTINS, 2007)

Consta nos planos e projetos brasileiros que, a ferrovia deverá interligar todas as hidrovias, ferrovias, rodovias, portos e aeroportos do Brasil, mudando, enfim, o perfil do país ao entregar-lhe uma nova matriz de transportes para fortalecer a presença do Estado no comércio exterior, pela alta competitividade dos produtos, em termos de qualidade e preço, é o que diz Tocantins (2007).

5.1.4 Usos consuntivos e não consuntivos da água na Bacia Hidrográfica Rio Formoso

O principal uso consuntivo de água na Região Hidrográfica Tocantins-Araguaia (RHTA) é a irrigação, com cerca de 84 m³/s, representando 62% da demanda total de água da região (ano-base 2010). Os registros dão conta de que entre os anos de 2006-2012, houve um expressivo aumento de 116% da área irrigada na região hidrográfica. A área plantada também aumentou nesse período, cerca de 20%. (ANA, 2015)

Os municípios de Formoso do Araguaia, Lagoa da Confusão e Pium, localizados na BHRF, apresentam as mais elevadas demandas hídricas para irrigação. Nestes, os principais cultivos, em termos de área plantada, são, arroz e soja. (ANA, 2015)

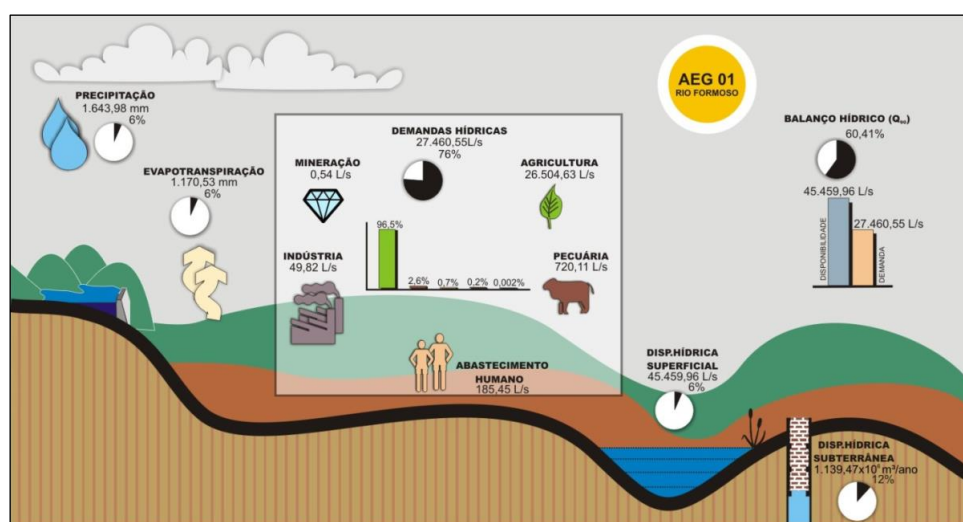
Sobre a demanda de água para irrigação na BHRF, Tocantins (2007) destaca que havia grande variação mensal de captações em 2007, sendo que a média anual evidenciava um cenário de indisponibilidade hídrica. O uso da água para irrigação, chegava a 98,5% da demanda total da bacia, aproximadamente 35m³/s. As maiores

demandas hídricas para irrigação concentravam-se nas sub-bacias das áreas marginais ao rio Formoso, sub-bacia Urubu e na sub-bacia Xavante.

O diagrama da Figura 35 resume o resultado do balanço hídrico obtido quando da realização do Plano Estadual de Recursos Hídricos (PeRH) em 2011. Na BHRF, considerada pelo PeRH como uma das áreas para o desenvolvimento estratégico do Tocantins, a demanda pela irrigação representava cerca de 96,5%, aproximadamente 26m³/s. (TOCANTINS, 2011a)

Além dessas informações, o painel reúne dados sobre precipitação e evapotranspiração da BHRF. Ademais, os estudos de 2011 confirmam que não havia nenhum grande consumidor industrial na bacia, que não estivesse ligado ao sistema de abastecimento público, sendo considerada uma demanda insignificante.

Figura 35. Balanço hídrico da Bacia do Rio Formoso – 2011



Fonte: Tocantins (2011)

Do que consta em Tocantins (2007) e Tocantins (2011a), não há grande diversificação nos usos não consuntivos na bacia. Os principais usos são a pesca e banho nos cursos principais e na Lagoa da Confusão, onde encontram-se atividades de lazer.

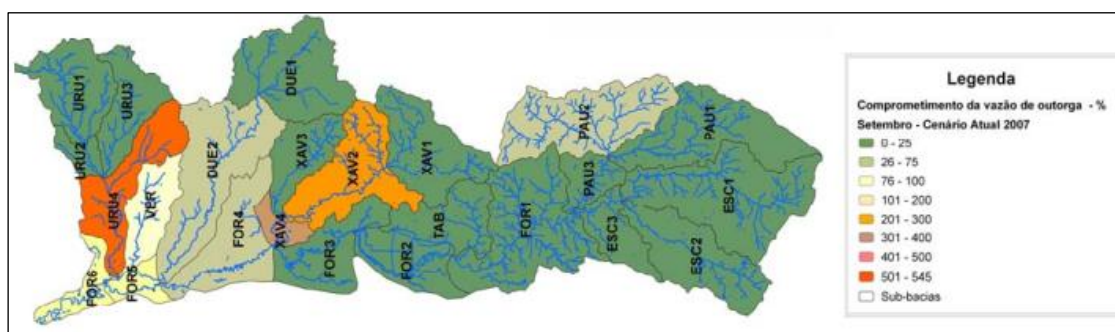
Também não há previsão de aproveitamento hídrico visando a geração de energia nos cursos d'água da bacia, nem inventário registrado junto à Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) visando futuros aproveitamentos. Isso se deve, segundo o Plano Estratégico da Bacia Tocantins-Araguaia, as características de relevo plano, associado ao desenvolvimento da planície sedimentar do Bananal. (ANA, 2015)

5.1.5 Demanda e disponibilidade hídrica na BHRF

O balanço hídrico apresentado no Plano de Bacia Hidrográfica Rio Formoso (PBHRF) em 2007 apontou muitas falhas anuais, ou seja, em quase todos os anos havia falta de água nos rios estudados. As falhas ocorrem geralmente nos meses de agosto e setembro, e em alguns anos nos meses de junho e julho, no período seco. (TOCANTINS, 2007)

Em 2007 a avaliação do comprometimento da vazão outorgável, considerando a vazão Q_{90} ¹⁴ como referência da disponibilidade natural, já demonstrava a existência de algumas restrições de utilização dos recursos hídricos superficiais na BHRF, do ponto de vista quantitativo. O mapa da Figura 36, informa que em 2007 a demanda média mensal de algumas sub-bacias já superava a vazão outorgável em alguns meses do ano, principalmente no mês de agosto. (TOCANTINS, 2007)

Figura 36. Comprometimento da vazão outorgável nas sub-bacias estudadas, no mês de setembro, considerado crítico, juntamente com o mês de agosto - 2007



Fonte: Tocantins (2007)

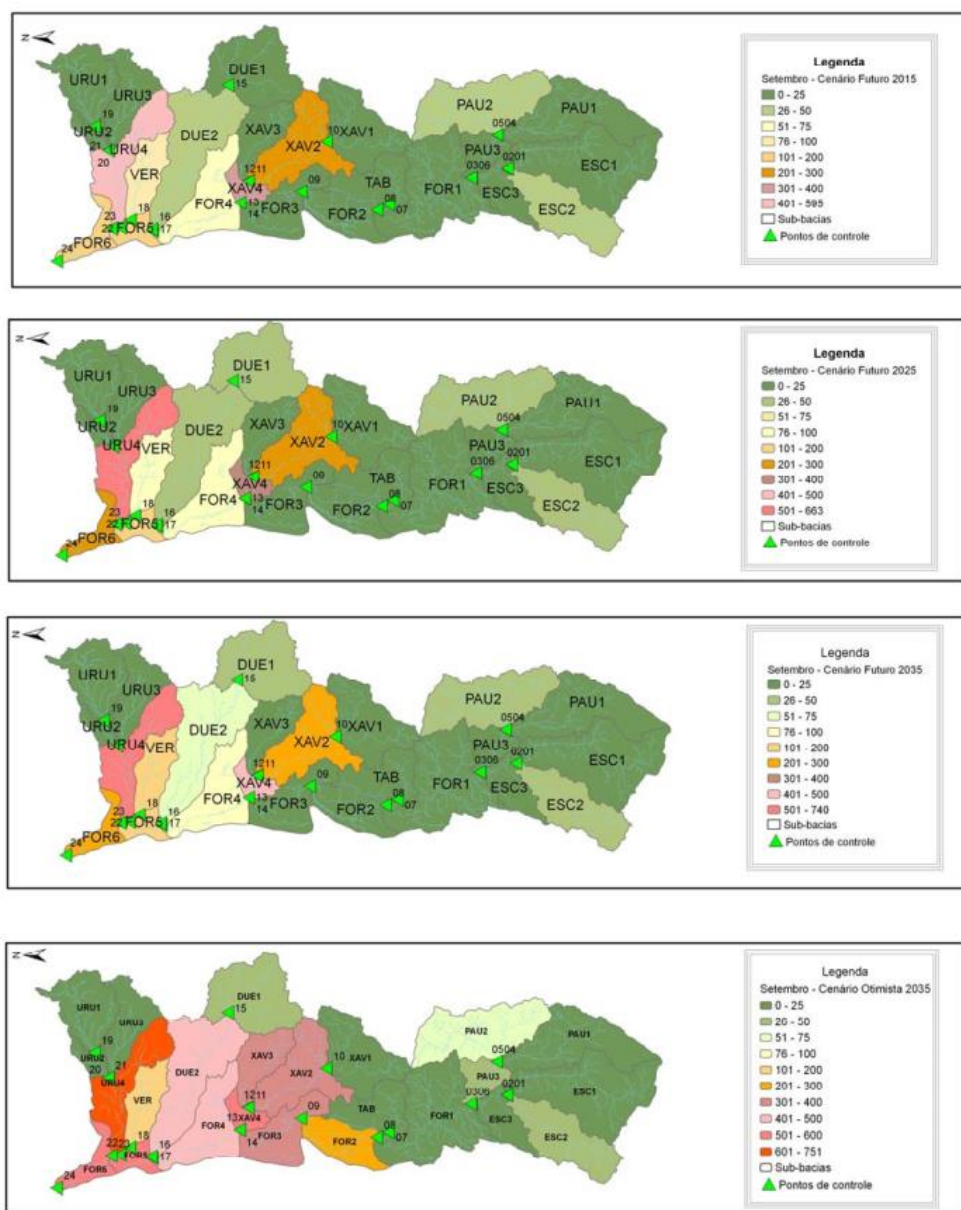
Segundo Tocantins (2007), a análise do comprometimento da vazão outorgável demonstra a existência de restrições do ponto de vista quantitativo, tanto para o ano de 2007 como para os cenários futuro e o cenário otimista da utilização dos recursos hídricos superficiais da BHRF, vide conjunto de mapas da Figura 37.

Tocantins (2007) constata a indisponibilidade de água para o atendimento às demandas dos pontos de controle localizados principalmente, no médio e baixo curso do

¹⁴ A vazão de referência para outorga é definida no Brasil, de acordo com a dominialidade das águas, sejam elas estaduais ou da união, sendo as mais comuns: vazão com 90% de permanência (Q_{90}), vazão com 95% de permanência (Q_{95}) e a vazão mínima de sete dias consecutivos associada a um período de retorno de 10 anos ($Q_{7,10}$). Para o estado do Tocantins a vazão de referência é a Q_{90} e o critério de outorga a fio d'água é de 75% de Q_{90}

rio Formoso. Os documentos do PBHRF ainda destacam falhas de atendimento às demandas em todos os cenários prospectivos analisados para as sub-bacias dos rios Xavante e Urubu. Isto ocorre porque nas sub-bacias a demanda devido às lavouras de arroz irrigado, concentra-se na parte baixa das sub-bacias, justamente no período inicial do plantio. (TOCANTINS, 2007)

Figura 37. Comprometimento da disponibilidade hídrica em percentagem no mês de setembro, considerando a situação tendencial para os cenários futuro (2015, 2025, 2035) e otimista (2035)



Fonte: Tocantins (2007)

5.1.5.1 Síntese das características físicas e da demanda hídrica das sub-bacias da BHRF

Como vimos anteriormente, o sistema hídrico da BHRF é composto por oito sub-bacias principais, a saber: **Escuro, Pau Seco, Taboca, Xavante, Dueré, Lago Verde, Urubu e Áreas Marginais ao Rio Formoso**. A seguir apresenta-se uma síntese obtida a partir de Tocantins (2007), com as principais configurações dessas sub-bacias, bem como da demanda hídrica registrada pelo Plano de Bacia Hidrográfica Rio Formoso (PBHRF) em 2007, mas que se encontra vigente para fins de planejamento e gestão da bacia. Para mais informações, sobre a relação da localização espacial dos cadastros de usuários de recursos hídricos por sub-bacia, consulte a Figura 38.

Com aproximadamente 3.392 km², a sub-bacia do rio Escuro é a bacia formadora da BHRF, com o curso principal do rio Escuro percorrendo cerca de 123 km. O principal afluente é o rio Piaus, pela margem esquerda. Na sub-bacia do rio Escuro (ESC1, ESC2 e ESC3) em 2007 não havia problemas de comprometimento da vazão de outorga, por ser uma sub-bacia que não apresentava demanda de irrigação, e também porque está localizada em uma região de cabeceira. Segundo o PBHRF os maiores comprometimentos, que não chegavam a 25%, foram registrados nos meses de setembro e outubro, justamente no fim do período de estiagem. (TOCANTINS, 2007)

A sub-bacia do rio Pau Seco, afluente do rio Formoso pela sua margem direita, com uma área de drenagem de 3.188 km², apresenta um curso d'água principal com 105 km até a foz no rio Formoso. A sub-bacia do rio Pau Seco (PAU1, PAU2, PAU3), da mesma forma que a sub-bacia do rio Escuro é uma sub-bacia de cabeceira, não apresentava grandes comprometimentos da disponibilidade hídrica. Embora esta bacia apresentasse uma pequena demanda de irrigação localizada, era suprida pela disponibilidade de água da sub-bacia, chegando a comprometer, no máximo, 32,4% da vazão de outorga no mês de setembro de 2007, que é justamente o mês crítico. (TOCANTINS, 2007)

A sub-bacia do rio Taboca, com aproximadamente 711 km², é afluente da margem direita do rio Formoso, ao lado da área do Perímetro Irrigado do Projeto Rio Formoso. A bacia do ribeirão da Taboca tem uma característica importante a ser considerada para o balanço hídrico, a existência de barragens, as quais atendem as demandas para irrigação do projeto Formoso, que tem aproximadamente 30.000 ha e localiza-se na sub-bacia FOR-2. (TOCANTINS, 2007)

A operação das barragens no projeto Formoso regula a área cultivada neste projeto, de forma que a disponibilidade nos reservatórios, no período pré-plantio, determina a área plantada e a correspondente demanda para irrigação. Dessa forma, o PBHRF destaca que a única demanda verificada na sub-bacia do ribeirão da Taboca (TAB) é aquela relativa à dessedentação animal. (TOCANTINS, 2007)

A sub-bacia do Ribeirão Lago Verde localiza-se entre as bacias dos rios Dueré e Urubu, sendo afluente do rio Formoso, pela margem direita. Possui uma área de drenagem de cerca de 591 km². Nesta sub-bacia do ribeirão Lago Verde (VER) apresentava conflitos de uso dos recursos hídricos na bacia de contribuição, nos meses de julho e agosto de 2007, chegou a comprometer 116,6% e 186,7%, respectivamente, devido à demanda por irrigação. (TOCANTINS, 2007)

A sub-bacia do rio Dueré caracteriza-se por uma bacia de forma alongada, com pequenos afluentes ao longo do seu curso de aproximadamente 135 km até a foz no rio Formoso, destacando-se pela margem esquerda o córrego Tucum e pela margem direita os ribeirões Estrema e Sangra. Na sub-bacia do rio Dueré (DUE1, DUE2) as demandas hídricas não superavam a vazão de outorga em 2007. Nesta bacia a demanda por irrigação era suprida pela disponibilidade hídrica existente. O maior percentual de comprometimento da vazão de outorga, era de 83,2% no mês de agosto. (TOCANTINS, 2007)

A sub-bacia do rio Xavante, com 3.066 km², apresenta um rio principal de aproximadamente 138 km até sua foz no rio Formoso. Os principais afluentes pela margem esquerda são o ribeirão Gameleira e o córrego Papagaio, e pela margem direita, os córregos Buriti Grande, Barreiro, Xavantina e Passagem de Pedra, além do rio Preto, o maior afluente pela margem direita, na porção baixa da bacia. A sub-bacia do rio Xavante (XAV1, XAV2, XAV3) já apresentava sérios conflitos de uso dos recursos hídricos, principalmente nas bacias de contribuição, nos meses de junho a setembro, e também nos meses de novembro e dezembro. Os principais pontos da amostragem atendem as demandas de irrigação de algumas fazendas com grandes áreas de lavouras irrigadas nas margens do rio Xavante, no seu baixo curso. No mês de agosto a demanda chegava a ser 4 e 6 vezes a vazão de outorga em alguns pontos. (TOCANTINS, 2007)

A sub-bacia do rio Urubu tem cerca de 2.702 km², seu curso principal tem 130 km até a foz. Apresenta uma bacia de forma alongada transversal, estreitando em direção à foz no rio Formoso. Os principais afluentes do rio Urubu pela margem esquerda são o ribeirão Barreiro, rio Tioribero e o ribeirão das Pedras. Pela margem direita destaca-se o

ribeirão Cangirana, no seu médio curso, como principal afluente. Na sub-bacia do rio Urubu (URU1, URU2, URU3, URU4) a situação era ainda mais crítica, onde a demanda superava a vazão de outorga em 6 meses do ano, chegando a ser até 12 vezes maior no mês de agosto. Essa demanda é resultante principalmente da irrigação, pois no trecho inferior do rio Urubu se concentram as fazendas que utilizam a água para a irrigação das lavouras. (TOCANTINS, 2007)

A sub-bacia aqui denominada de “áreas marginais do rio Formoso”, ou seja, as áreas externas às sub-bacias acima, que afluem diretamente ao rio Formoso, no trecho que vai do médio ao baixo curso da bacia, são caracterizados por áreas de planície, onde, em alguns trechos, os cursos d’água secundários se confundem, formando diversos lagos. Nas áreas marginais ao rio Formoso (FOR1, FOR2, FOR3, FOR4, FOR5, FOR6) ocorriam comprometimentos significativos em alguns pontos identificados no PBHRF, abrangendo praticamente todo médio e baixo curso do rio Formoso, onde existem alguns perímetros irrigados. (TOCANTINS, 2007)

Em 2011 o trabalho prospectivo, realizado no âmbito do Plano Estadual dos Recursos Hídricos (PeRH), também registrou a existência de restrições do ponto de vista quantitativo da utilização dos recursos hídricos superficiais da BRHF. A tabela da Figura 39 apresenta a síntese do trabalho de construção de cenários do PeRH. (TOCANTINS, 2011a).

Figura 39. Cenários do Plano Estadual dos Recursos Hídricos (2011)

Cenário	Infraestrutura de Transportes Dominante	Grau de Restrições Ambientais	Disponibilidade Hídrica	Mnemônico
Cenário 1	R - Rodovia/Ferrovia	B - Baixa Restrição	N - Normal	RBN - Status Quo, ou "tendencial"
Cenário 2	R - Rodovia/Ferrovia	B - Baixa Restrição	D - Decrescente	RBD - Alerta em Formoso!
Cenário 3	R - Rodovia/Ferrovia	A - Alta Restrição	N - Normal	RAN - Rally dos Sertões
Cenário 4	R - Rodovia/Ferrovia	A - Alta Restrição	D - Decrescente	RAD - Tamanduá na Caatinga
Cenário 5	H - Hidrovia	B - Baixa Restrição	N - Normal	HBN - Autonomia Amazônica
Cenário 6	H - Hidrovia	B - Baixa Restrição	D - Decrescente	HBD - Oásis no Cerrado
Cenário 7	H - Hidrovia	A - Alta Restrição	N - Normal	HAN - O Cerrado Sustentável
Cenário 8	H - Hidrovia	A - Alta Restrição	D - Decrescente	HAD - Nascentes do Nilo

Fonte: Tocantins (2011a), destaque nosso

Consta no Plano do Biênio da Bacia Hidrográfica Rio Formoso (PBBHRF), que em 2016, os rios Formoso e Urubu, nos municípios de Lagoa da Confusão/TO e

Cristalândia/TO, apresentaram severa redução do volume de água, interrompendo seu curso no mês de julho de 2016. (UFT/IAC, 2018)

O fato levou o Ministério Público Estadual (MPE) a mover uma Ação Cautelar Ambiental contra o Estado do Tocantins, que culminou na Ação Civil Pública nº 0001070-72.2016.8.27.2715/TO. (UFT/IAC, 2018)

A intervenção judicial, conforme consta nos autos do processo, resultou na homologação do Termo de Compromisso Judicial (TCJ), ratificado pelo Governo do Estado, por meio de sua Procuradoria Geral do Estado (PGE); Associação dos Produtores Rurais do Vale do Rio Urubu; Associação dos Produtores Rurais do Rio Formoso; Naturatins e Universidade Federal do Tocantins (UFT), por meio de seu Instituto de Atenção às Cidades (UFT/IAC).

Desde então, o Poder Judiciário passou a participar da tomada de decisões e a mediar escolhas com implicações para sustentabilidade da BHRF. O acordo delineado a partir da atuação da UFT/IAC na condição de *amicus curiae*¹⁵ do processo, consiste em uma proposta dividida em 4 fases, a saber: i) diagnóstico da disponibilidade hídrica; ii) diagnóstico da demanda hídrica; iii) monitoramento e automação; e iv) revisão das outorgas e regras de operação.

O sistema GAN foi financiado pela Associação de Produtores Rurais do Sudoeste do Tocantins (APROEST) e pelo Distrito de Irrigação Rio Formoso (DIRF). Atualmente, existem 94 estações de monitoramento das captações superficiais de água para projetos de irrigação, de médio e grande porte, sendo monitoradas na BHRF e nas sub-bacias Urubu, Dueré, Xavante. (UFT/IAC, 2018)

5.1.5.2 Síntese do setor de saneamento na BHRF

5.1.5.2.1 Da natureza jurídica dos operadores do setor de saneamento no Tocantins

Até 2017 o Tocantins foi a única unidade da federação a privatizar sua Companhia Estadual de Água e Esgoto, a Saneatins. O processo teve início em 1998, com aporte de

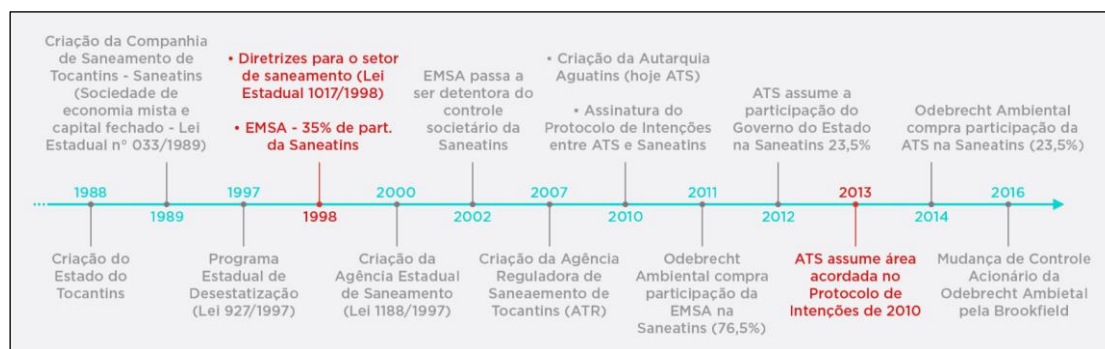
¹⁵ A figura do *amicus curiae*, ou amigo da corte, surgiu no Brasil com a Lei 9.868/99, que dispõe sobre a ação direta de inconstitucionalidade e a ação declaratória de constitucionalidade. Topograficamente localizado no “TÍTULO III - Da Intervenção de Terceiros” do Código de Processo Civil, sua atuação permite uma tutela jurisdicional mais acurada, nos termos do artigo 5º, XXXV, da CF/1988.

30% efetuada na estatal pela Empresa Sul-Americana de Montagens (Emsa), grupo de Goiás, que passou a deter o controle da empresa em 2002, após novos aportes. A partir de 2011, a Saneatins passou para a Odebrecht Ambiental (atualmente BRK Ambiental, controlada pela Brookfield S/A). (SOARES, et al. 2017)

Em virtude dos avanços tímidos dos serviços de saneamento nos pequenos municípios e na zona rural do estado do Tocantins e das dificuldades de obtenção de recursos federais pela Saneatins¹⁶, o governo estadual criou, em março de 2010, uma autarquia para a prestação de serviços de saneamento básico no estado – a Aguatins¹⁷, com o propósito de atuar de forma complementar à Companhia. Em agosto do mesmo ano, a Aguatins e a Saneatins assinaram um Protocolo de Intenções acordando que a autarquia assumiria os serviços de saneamento na área rural de todos os municípios e na área urbana em 78 municípios do estado, enquanto a Saneatins continuaria operando na área urbana de 47 municípios tocantinenses. (SOARES, et al. 2017)

Conforme sintetizado no histograma da Figura 50, ao longo dos anos houve expressiva alteração na abrangência da prestação dos serviços de saneamento no Tocantins. Essa alteração é fruto das importantes mudanças que o setor de saneamento sofreu desde a criação do estado. (SOARES, et al. 2017)

Figura 40. Linha do Tempo considerando os marcos do setor de saneamento no estado do Tocantins



Fonte: Soares, et al. (2017)

¹⁶ Ver <http://conexaoto.com.br/2010/08/13/aguatins-vai-melhorar-qualidade-de-saneamento-no-estado-defende-gaguim>

¹⁷ Lei Estadual nº 2.301/2010.

Atualmente a Agência Tocantinense de Saneamento (ATS) é uma entidade de direito público, constituída sob a forma de autarquia, criada pela Lei Estadual n° 2.301, de 12 de março de 2010, e denominação dada pela Lei 2.425, de 11 de janeiro de 2011, com sede em Palmas, capital do Tocantins e atuação em todo o território do Estado, com prazo de duração indeterminado. A ATS é responsável por administrar os serviços relativos ao abastecimento de água e esgotamento sanitário em 46 municípios do estado.

O estudo da Fundação Getúlio Vargas (FGV-Rio), conduzido por Soares et al., (2017) critica a ineficácia da regulação dos contratos da privatização e explica que:

Os municípios de pequeno porte são os mais prejudicados, pois além de menos lucrativos, têm carência de apoio do estado, pouca capacidade técnica e quase nenhuma força política para negociar com o prestador dos serviços de saneamento. (SOARES, et al. 2017, p. 5)

Segundo o Atlas das Águas (ANA, 2021) a maioria dos prestadores de serviço de saneamento dos municípios tocantinenses é de operadores privados, 59% do total. Na BHRF a responsabilidade pela prestação dos serviços de água e esgoto é dividida entre as empresas BRK Ambiental e Hidro Forte Saneamento (criada no ano de 2002, com sede na cidade de Pirangi, interior de São Paulo).

5.1.5.2.2 Cobertura do sistema de abastecimento urbano de água na BHRF

Como os limites geográficos dos municípios nem sempre correspondem aos limites de drenagem das bacias hidrográficas, o PBHRF, elaborado em 2007, definiu apenas os municípios com sede na BHRF para se determinar os índices de cobertura do abastecimento de água. (TOCANTINS, 2007)

Entretanto, o PBHRF ressalta que os núcleos urbanos situados no divisor de águas da BHRF influenciam a demanda e a qualidade das águas, uma vez que o crescimento dessas cidades deverá ultrapassar os limites geográficos, expandindo-se para o interior das sub-bacias. (TOCANTINS, 2007)

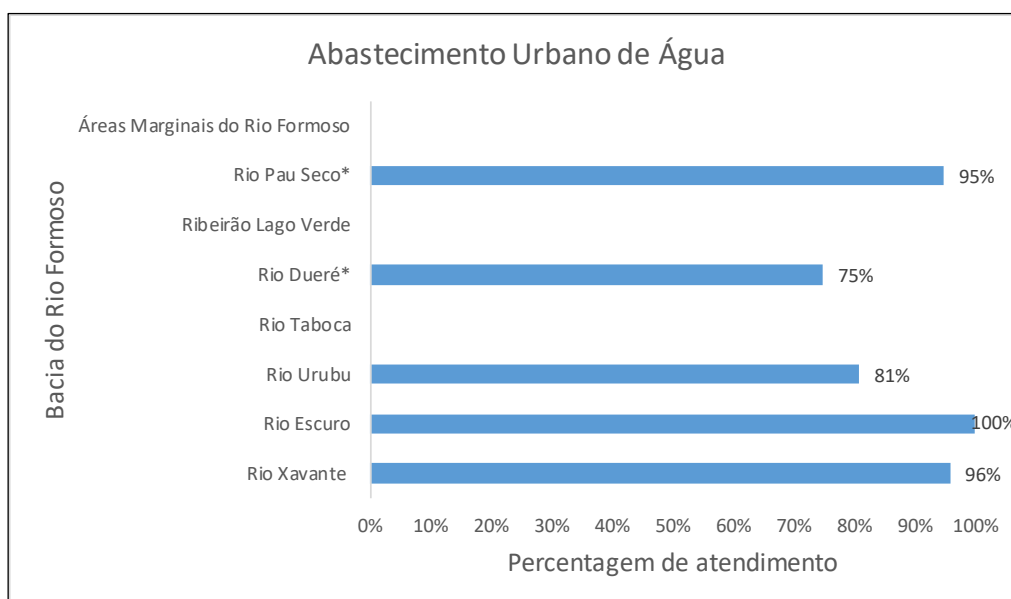
Dessa forma, o PBHRF também incluiu as cidades de Talismã e Alvorada na sub-bacia do Rio Pau Seco e Aliança do Tocantins na sub-bacia do Rio Dueré. De acordo com essa abordagem, a BHRF abriga então 9 áreas urbanas (sedes municipais¹⁸), sendo:

¹⁸ As demais sub-bacias, Ribeirão do Taboca, Ribeirão Lago Verde, e as outras Áreas Marginais do Rio Formoso não abrigam sedes municipais, e, portanto, foram consideradas como áreas rurais dos respectivos municípios. (TOCANTINS, 2007)

- sub-bacia do Rio Xavante - Cariri do Tocantins e Formoso do Araguaia;
- sub-bacia do Rio Escuro – Araguaçu;
- sub-bacia do Rio Urubu - Cristalândia e Lagoa da Confusão;
- sub-bacia do Rio Dueré – Dueré e Aliança do Tocantins; e
- sub-bacia do Rio Pau Seco – Talismã e Alvorada.

O gráfico da Figura 41 apresenta o índice de cobertura em abastecimento urbano de água em cada sub-bacia. Segundo Tocantins (2007), as áreas urbanas das sub-bacias do Rio Escuro, Rio Pau Seco e Rio Xavante praticamente já haviam alcançado a universalização desse serviço, e, portanto, maior atenção deveria ser dada às áreas urbanas das sub-bacias do Rio Dueré (município de Aliança) e do Rio Urubu para que também alcançassem a plenitude do abastecimento urbano de água.

Figura 41. Índice de cobertura de abastecimento urbano na BHRF – 2007



Fonte: Tocantins (2007)

Conforme dados recentes do Atlas de Segurança Hídrica e Abastecimento Urbano - Atlas das Águas (ANA, 2021), se observa que Alvorada e Talismã, localizadas na sub-bacia do Rio Pau Seco, estão dentre os 11 municípios do Tocantins que requerem estudos para infraestruturas alternativas por apresentarem vulnerabilidade em seus mananciais.

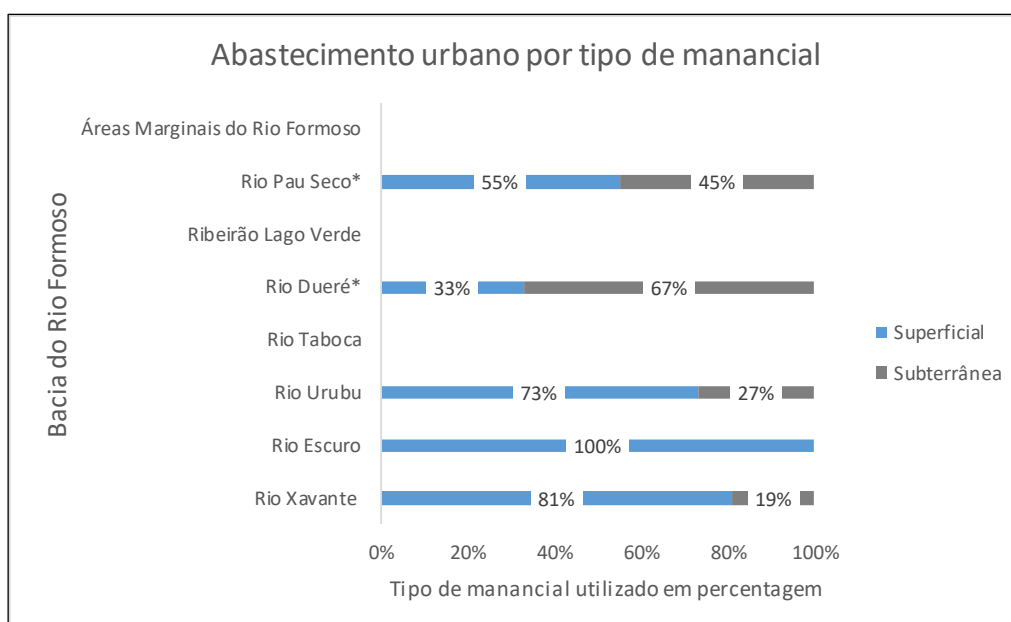
De outro lado, os municípios de Cariri, Dueré e Lagoa, localizados nas sub-bacias Xavante, Dueré e Urubu, respectivamente, estão destacados no Atlas das Águas pela

vulnerabilidade em seus sistemas produtores, sendo necessário estudo de alternativas de infraestrutura de abastecimento. (ANA, 2021)

Ainda segundo PBHRF, o abastecimento populacional tem características distintas conforme a situação da população atendida, ou seja, se ela for urbana ou rural. Na BHRF cerca de 75% do volume de água usado para abastecimento público urbano advém de cursos d'água superficiais. O restante é captado em aquíferos subterrâneos. (TOCANTINS, 2007)

O gráfico da Figura 52 apresenta a distribuição do abastecimento urbano por tipo de manancial em cada sub-bacia hidrográfica. Em 2007, segundo PBHRF na maioria dos casos a população rural era atendida por meio de poços ou cacimbas, sendo considerados como fonte subterrânea.

Figura 42. Abastecimento urbano por tipo de manancial na BHRF – 2007



Fonte: Tocantins (2007)

A maior parte do volume de água captado para abastecimento público na sub-bacia do Rio Dueré é subterrânea, e a da sub-bacia do Rio Escuro é totalmente superficial. As demais se caracterizam pela captação de águas superficiais, com uma pequena parte de origem subterrânea. (TOCANTINS, 2007)

Os aquíferos subterrâneos que abastecem as cidades da BHRF são do tipo fissural, representado por rochas cristalinas fraturadas do Complexo Basal e do Grupo Estrondo e

que se caracterizam por uma capacidade de oferta de água limitada, tendendo a variar conforme as condições pluviométricas das estações do ano. As sedes municipais da bacia são abastecidas por sistemas locais, onde a captação utilizada serve apenas a um município. (TOCANTINS, 2007)

As informações da Tabela 6 foram obtidas por meio do Atlas das Águas (ANA, 2021a) e revelam que os mananciais superficiais continuam preponderantes em termos de captação para abastecimento público. O leitor também poderá identificar o operador do sistema de saneamento, além da classificação atual da segurança hídrica estabelecida pelo Atlas da Águas nas sub-bacias destacadas.

Tabela 6. Síntese da segurança hídrica do abastecimento urbano na BHRF - 2021

Sub-Bacia/sede municipal	Tipo de manancial	Operador	Cobertura	Segurança Hídrica
Rio Xavante				
Formoso do Araguaia	Superficial	BRK Ambiental	100%	Alta
Cariri	Subterrâneo	Hidro Forte	98%	Média
Rio Escuro				
Araguaçu	Superficial	BRK Ambiental	100%	Média
Rio Urubu				
Lagoa da Confusão	Subterrâneo	BRK Ambiental	100%	Máxima
Cristalândia	Misto/prepo. Sup	BRK Ambiental	100%	Alta
Rio Dueré				
Aliança do Tocantins	Misto/Prepo. Sup	BRK Ambiental	100%	Alta
Dueré	subterrâneo	Hidro Forte	99,90%	Alta
Rio Pau Seco				
Alvorada do Tocantins	Misto/Prepo. Sub	BRK Ambiental	100%	Média
Talismã	subterrâneo	Hidro Forte	100%	Média

Fonte ANA (2021a)

O Atlas das Águas (ANA, 2021a) ainda informa que para o estado de Tocantins, que possui 139 municípios e população urbana de cerca de 1,3 milhões de habitantes, estão previstos investimentos em infraestrutura de produção e distribuição de água para garantir a universalização do abastecimento até 2035.

O investimento justifica-se em virtude de que 60% das sedes municipais do estado foram classificadas com Média ou Baixa segurança, segundo e terceiro nível mais crítico do Índice de Segurança Hídrica Urbano (ISH-U), representando 31% da população do estado (ANA, 2021a). Na BHRF, conforme é possível observar na Tabela 6, Cariri,

Araguaçu, Alvorada e Talismã estão entre as sedes municipais com nível de alerta crítico, se considerado o ISH-U.

Para a universalização do abastecimento de água no Tocantins estão previstos, segundo o Atlas das Águas, investimentos de R\$ 613,2 milhões até 2035, o que representa aproximadamente 9,09% de todo o investimento necessário para a região Norte, sendo R\$ 323,7 milhões em produção de água (52,79%) e R\$ 289,5 milhões em distribuição de água (47,21%). Investimentos adicionais de até R\$ 564,8 milhões podem ser necessários para a reposição de ativos. (ANA, 2021a)

5.1.5.2.3 Cobertura do sistema de esgotamento sanitário na BHRF

Segundo relatório do Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento (SNIS), na BHRF, os municípios não possuem rede coletora de esgotos. Os demais municípios dispõem seus dejetos em sistemas individuais de fossas sépticas com sumidouro, fossas secas ou lançando em valas ou rede de águas pluviais. Esta situação não é nada confortável sob o ponto de vista ambiental e de saúde pública. (SNIS, 2020)

Tocantins (2007) apresentou o balanço de massa em termos de DBO⁵¹⁹, considerando a população urbana da BHRF como um todo. Naquele ano os municípios da bacia produziam cerca de 2,6 toneladas de DBO⁵ por dia, das quais a totalidade era disposta em sistemas de fossas. Não existia redes coletoras ou estações de tratamento de esgotos na bacia.

Normalmente, os sistemas de fossas e sumidouro conseguem reter a maior parte da carga orgânica aplicada. Entretanto, face à situação geralmente precária que estes sistemas se encontravam, foi estimado que 60% desta carga chegaria aos cursos d'água do estado, seja pelo extravasamento das fossas, seja pelo lançamento da fase líquida em valas e redes pluviais. (TOCANTINS, 2007)

Tocantins (2007) estimou que cerca de 1,57 ton de DBO⁵ chegariam aos cursos d'água da bacia, pela falta de um sistema seguro de esgotamento sanitário. Segundo os cálculos do PBHRF, seriam necessários 6,2 m³/s de água para diluição dessa carga,

¹⁹ A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) representa a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica presente na água por meio da decomposição microbiana aeróbia. A DBO⁵, é um teste padrão, realizado a uma temperatura constante e durante um período de incubação, também fixo de 5 dias. É medida pela diferença do OD antes e depois do período de incubação. Este teste recebe críticas, principalmente porque as condições ambientais de laboratórios não reproduzem aquelas dos corpos d'água (temperatura, luz solar, população biológica e movimentos das águas), mas mesmo com críticas é ainda considerado um parâmetro significativo para avaliação da carga orgânica lançada nos recursos hídricos.

distribuídas em cada sub-bacia considerando um rio relativamente limpo (2 mg/l DBO5) e a manutenção de classe 2²⁰ para suas águas. O estudo sobre a cobrança do uso da água na BHRF (SEMARH, 2013), estimou uma produção de 0,1725 kg de DBO; e que dessa quantidade 48% afluiria aos corpos de água.

O PBHRF apresenta ações de intervenções para o saneamento urbano e qualidade das águas. A implantação de sistemas de coleta e tratamento de esgotos sanitários urbanos foi estabelecida como prioridade “1” de execução, tanto pelos os técnicos, como pela a sociedade. Logo em seguida verifica-se a priorização dos serviços de coleta e destinação final dos resíduos sólidos urbanos. A meta de implantação é 2025 e os indicadores da região não revelam avanços na universalização dos serviços.

Conforme demonstrado, os indicadores de saneamento da BHRF ainda estão abaixo da média nacional, evidenciando condições ainda muito precárias, principalmente no tocante ao esgotamento sanitário, coleta e disposição adequada de resíduos sólidos e drenagem urbana. O diagnóstico do SNIS (2020) também revela que o Tocantins se encontra na faixa dos estados que apresentam níveis de atendimento urbano por rede coletora de esgotos entre 20% a 40%.

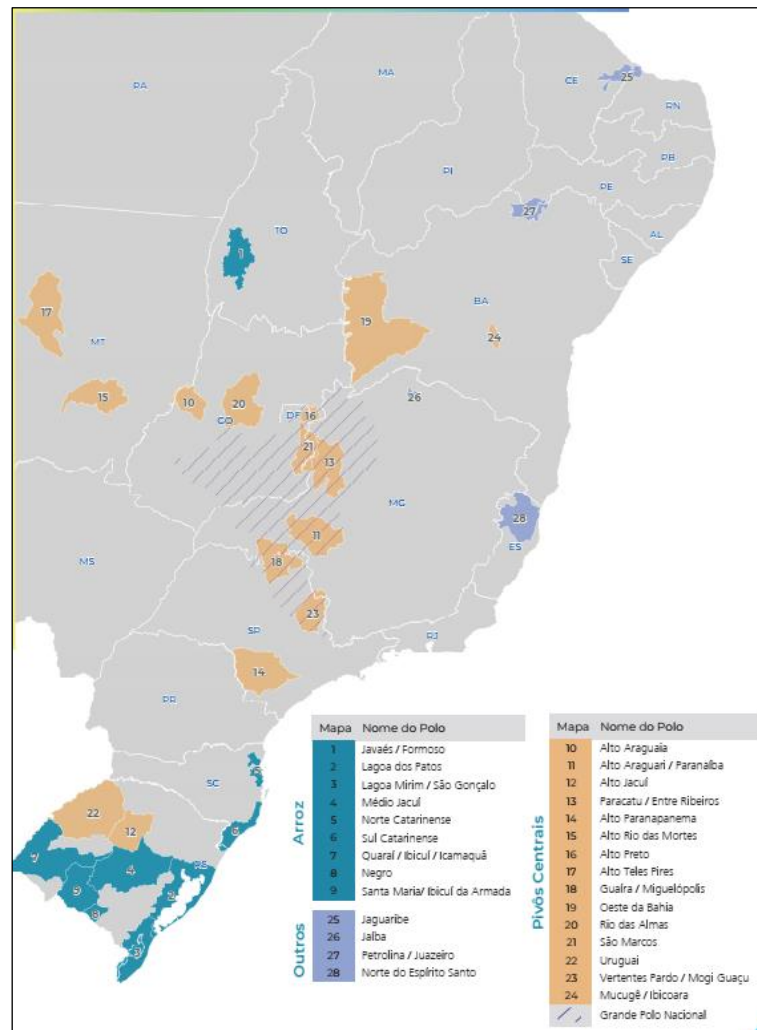
5.1.6 Da institucionalização da Política de Irrigação no Tocantins

Dentre os 28 Polos Nacionais de Agricultura Irrigada identificados pela ANA (2021b), 09 possuem como tipologia predominante o arroz por inundação e em 15 predominam os pivôs centrais. Segundo a ANA (2021b) as tipologias não indicam exclusividade do método ou da (s) cultura (s) irrigada (s), mas o padrão predominante.

No mapeamento da Figura 43 o arroz inundado é a tipologia mais presente em tradicionais áreas produtoras do Rio Grande do Sul, de Santa Catarina, bem como do sudoeste do Tocantins nas bacias dos rios Javaés e Formoso, totalizando nove polos - muitos deles limítrofes, mas em bacias hidrográficas diferentes. A ANA (2021b) informa que as bacias dos rios Javaés e Formoso consomem 664 bilhões de litros por ano, em uma área irrigada de 113 mil hectares.

²⁰ Os corpos hídricos nacionais são classificados em nove classes, sendo as cinco primeiras classes de água doce (baixa quantidade de sais minerais), as duas seguintes de água salinas (média quantidade de sais minerais), e as duas últimas de águas salobras (alta quantidade de sais minerais). Classe 2: águas destinadas ao abastecimento doméstico após tratamento convencional; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário; irrigação de hortaliças e frutíferas; à criação natural e/ou intensiva de espécies destinadas à alimentação humana.

Figura 43. Polos Nacionais de Agricultura Irrigada



Fonte: ANA (2021b)

Tocantins (2011b) atesta que a irrigação é uma tecnologia que exige grande mobilização de capital público e privado em infraestrutura e equipamentos. Daí a necessidade de ser colocada a serviço de atividades que tenham taxas de retorno econômico e social elevadas. Isto é, que sejam rentáveis sob a ótica privada e que sejam capazes de gerar e distribuir renda para o maior número de pessoas possível.

Em 2011, por meio de contrato de empréstimo BIRD N° 7208-BR, o Governo do Estado do Tocantins desenvolveu o Projeto de Desenvolvimento Regional Sustentável (PDRS), apresentando como um de seus resultados o Plano Estadual de Irrigação do Tocantins. O PEI propõe quatro instrumentos: o Plano Estadual de Irrigação; o Sistema de Informação sobre Agricultura Irrigada; as políticas de infraestrutura; e as políticas de financiamento. (TOCANTINS, 2011b)

O PEI de 2011 estabeleceu diretrizes e ações para a agricultura irrigada no Estado do Tocantins. A proposta de implantação de um sistema de informação, deveria constituir o braço técnico responsável por unificar dados sobre área disponível, projetos existentes, insumos e mercados. As políticas de infraestrutura corresponderiam ao suporte de transporte, energia e armazenamento. E as políticas de financiamento representariam a viabilidade da Política Estadual de Irrigação.

Cabe pontuar que o relatório síntese do PEI pontua a eminência de conflitos pelo uso da água na BHRF. Senão, vejamos:

Da mesma forma que em muitos locais do país, no Tocantins também se verificam conflitos pelo uso da água em certas oportunidades, tanto entre os próprios produtores quanto com outros usos. Em momentos de escassez de água, no início do período chuvoso e evidentemente no período seco, estabelece-se uma disputa por esse recurso. No primeiro caso, visando garantir o início da irrigação do arroz, fundamental para evitar sérios problemas como a brusone, capaz de reduzir significativamente a produtividade das lavouras que sofreram restrição hídrica no seu período inicial. Já no período seco, mesmo nos rios de maior porte como o Formoso, a disponibilidade de água para irrigação atinge níveis críticos, sendo comum o assentamento das balsas flutuantes, que abrigam as bombas de irrigação, no leito arenoso dos rios. A análise efetuada nas portarias de outorga emitidas pela ANA e pelo NATURATINS indicou a possível existência das seguintes situações: autorizações para irrigação em vigor cujas áreas ainda não estão sendo irrigadas; áreas sendo irrigadas sem portaria de autorização ou com autorização vencida; e áreas efetivamente irrigadas menores do que as constantes das respectivas portarias de autorização. (TOCANTINS, 2011b, p.41)

O Tocantins não promulgou sua política, mesmo considerando as diretrizes do Plano Estadual de Irrigação e os incentivos da Política Nacional de Irrigação (Lei nº 12.787/2013), revisada em 2013, após 34 anos de sua promulgação.

Interessante pontuar que o Governo do Estado divulgou recentemente uma parceria com a Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (Codevasf). Desde a Lei nº13.702/2018 a Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (Codevasf), empresa pública vinculada ao Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR), tem autorização para atuar nas bacias hidrográficas do Tocantins. Com a missão de desenvolver bacias hidrográficas de forma integrada e sustentável, contribuindo para a redução das desigualdades regionais.

As notícias recentes²¹ destacam que a parceria deverá levar a expertise de mais de 45 anos da Codevasf na área de implantação e gestão de empreendimentos de irrigação para aplicação em projetos públicos no estado. Algumas ações estão sendo discutidas a partir de um banco de projetos apresentadas pelo Governo de Tocantins, como a revitalização da infraestrutura dos empreendimentos públicos de irrigação tocantinense, e devem ser discutidas com o Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR).

Em parceria com a Codevasf, o Governo do Estado anunciou no segundo semestre de 2021 que pretende implantar mais 11 elevatórias no rio Formoso que deverão contribuir com a regularização hidrológica da BHRF. A parceria entre Governo do Estado e Codevasf prevê R\$ 30 milhões para os investimentos necessários.

5.1.6.1 O Projeto Rio Formoso

Segundo Morais et al. (2014), a BHRF se destaca por comportar grandes projetos de irrigação por inundação e sub-irrigação, em solos de várzeas, financiados por programas governamentais de desenvolvimento desde 1980.

O Projeto de Desenvolvimento Integrado da Bacia do Araguaia/Tocantins (Prodiat, 1982) foi o embrião das estratégias para a implantação da agricultura irrigada na planície do Araguaia. É datado no início dos anos oitenta sob a égide do governo da ditadura militar. (MORAIS, 2014)

Contudo, Morais et al. (2014) afirma que foi no início dos anos 1990, sob o regime da Constituição de 1988, que o então Ministério da Agricultura e Reforma Agrária desenvolveu o Plano de Agricultura Irrigada do Estado do Tocantins, que resultou nos estudos de pré-viabilidade do projeto Javaés/Mesopotâmia, por meio da construção de barramentos e descargas regularizadas dos rios Riozinho, Pium, Urubu, Dueré, Xavante e Formoso.

²¹ <https://www.codevasf.gov.br/noticias/2020/codevasf-e-governo-do-estado-firmam-parceria-para-polo-de-agricultura-irrigada-em-tocantins>
<https://www.codevasf.gov.br/noticias/2021/superintendente-regional-da-codevasf-em-tocantins-toma-posse-em-brasilia>
<https://www.codevasf.gov.br/noticias/2020/tecnicos-da-codevasf-visitam-projetos-irrigados-no-tocantins-para-tracar-aco-es-da-empresa-no-desenvolvimento-do-setor-bacia-do-rio-formoso-orcamento-e-de-r-30-milhoes/>
<https://www.to.gov.br/seagro/noticias/governo-do-tocantins-protocola-projetos-para-construcao-de-novas-elevatorias-junto-a-codevasf/6788konvoaby>

O Projeto Rio Formoso é o maior projeto de irrigação do Tocantins, com área aproximada de 28.000 hectares, responsável pela produção de arroz irrigado, soja para semente e melancia tanto para abastecimento do mercado nacional como internacional. Consta que o projeto integra 120 produtores, representados pelo Distrito de Irrigação Rio Formoso (DIRF), e distribuídos em três cooperativas, sendo elas a Cooperformoso, Cooperjava e Coopergran. (DIRF, 2020)

O DIRF, criado em 17 de setembro de 2007 é uma entidade que congrega os Produtores Irrigantes na área de abrangência do Projeto de Irrigação Rio Formoso. Trata-se de uma Associação Civil de direito privado, sem fins lucrativos, com personalidade jurídica, patrimônio e administração próprios, constituída com prazo de duração indeterminado, com sede no município de Formoso do Araguaia. (DIRF, 2020)

Segundo Tocantins (2011b), nessa região é cultivado o arroz irrigado no período chuvoso e, quando há disponibilidade de água, a mesma área é também cultivada com soja, milho, feijão, melancia, melão, abóbora e tomate, dentre outras culturas, irrigadas pelo método de subirrigação.

Esse método consiste na manutenção do lençol freático em nível elevado, a partir do qual a água ascende por capilaridade para a zona do sistema radicular das culturas, sendo desnecessários equipamentos de irrigação como pivô central, canhões auto-propelidos ou aspersores. (TOCANTINS, 2011b)

Segundo Tocantins (2011b) a subirrigação é uma prática viável nos Plintossolos da planície do rio Araguaia, anteriormente denominados Lateritas Hidromórficas. Em face dessas características favoráveis, o sistema hidrográfico do Araguaia concentrava 67,6% da área irrigada do estado do Tocantins em 2006; e seis municípios (Pium, Lagoa da Confusão, Formoso do Araguaia, Dueré, Arraias, e Porto Nacional) eram responsáveis por 25,2 mil hectares irrigados (61,1% da área total irrigada do estado). (TOCANTINS, 2011b)

5.1.6.2 Programa de Desenvolvimento da Região Sudoeste do Estado

O Programa de Desenvolvimento da Região Sudoeste do Estado (Prodoeste) tinha por finalidade estimular o desenvolvimento da região Sudoeste do estado. A expectativa era a de promover a perenização dos rios da região, como incentivo à agricultura irrigada. O Prodoeste deve beneficiar os municípios da região sudoeste, buscando a inserção da

região no processo produtivo que fica próximo à BR-153 e futuramente à Ferrovia Norte-Sul. (TOCANTINS, 2011)

A principal ação do Prodoeste consistia nos barramentos de regularização e de nível das principais sub-bacias da BHRF: Dueré, Riozinho, Xavante, Pium, Urubu e Formoso. A região Sudoeste, obviamente, foi escolhida pela grande presença de várzeas, com importância ambiental e agrícola, muitas das quais com possibilidade de implantação de culturas irrigadas por inundação (no período chuvoso) ou por sub-irrigação (no período de estiagem). (TOCANTINS, 2011)

O Prodoeste visava beneficiar 300.000 hectares de áreas de várzea da região sudoeste. Segundo Duarte (2018) as obras propostas pelo Prodoeste eram destinadas tanto para a irrigação, como também, para a piscicultura, pecuária, abastecimento das cidades e de agroindústrias e desenvolvimento de atividades turísticas.

No conjunto o Prodoeste compreendia uma área constituída por 14 municípios da região sudoeste do Estado: Aliança do Tocantins, Alvorada, Araguaçu, Cariri do Tocantins, Cristalândia, Crixás do Tocantins, Dueré, Figueirópolis, Formoso do Araguaia, Lagoa da Confusão, Pium, Sandolândia, Santa Rita do Tocantins e Talismã. A lista dos Municípios Beneficiados pelo Programa, em sua 1ª Etapa, contemplava os municípios de Lagoa da Confusão, Cristalândia e Pium.

Duarte (2018) destaca que as diretrizes do Prodoeste incluíam investimentos públicos na ordem de US\$ 127,6 milhões em infraestrutura produtiva e irrigação, US\$ 2,7 milhões para a promoção do desenvolvimento regional com treinamento de pessoal e atração de empresas do setor para atuar na região, formação de cadeias produtivas e melhoramento genético das culturas previstas no projeto (arroz, feijão e da soja).

Também foram previstos US\$ 6,05 milhões para a gestão ambiental e fortalecimento institucional com o desenvolvimento e implantação do Plano Diretor de Recursos Hídricos e programa de monitoramento dos recursos hídricos. As instituições diretamente envolvidas eram a Secretaria de Agricultura do Tocantins (SEAGRO) como entidade executora do programa, o Instituto Natureza do Tocantins (Naturatins), o Instituto de Desenvolvimento Rural do Tocantins (Ruralatins), a Agência Tocantinense de Saneamento (ATS) e as prefeituras municipais de Pium, Lagoa da Confusão e Cristalândia. Contudo, o programa não foi executado. (DUARTE, 2018)

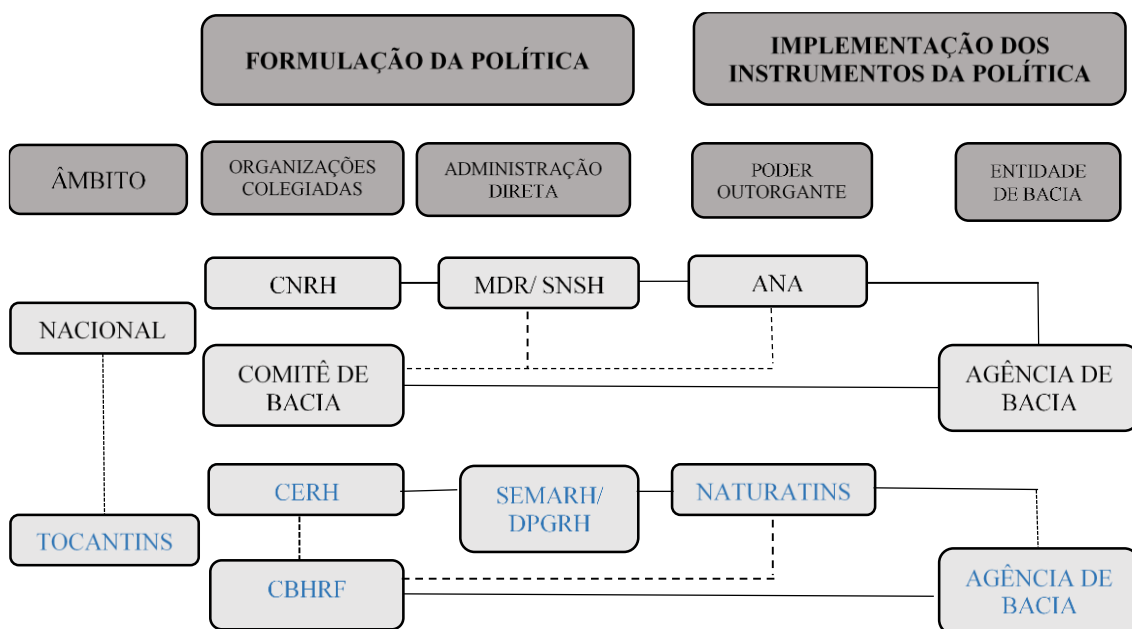
5.1.8 Da Institucionalização da Política Estadual de Recursos Hídricos do Tocantins

Como vimos na seção 3.1.1 deste manuscrito, o modelo brasileiro de gerenciamento dos recursos hídricos foi orientado pelo federalismo. Os estados da federação brasileira construíram seus arcabouços institucionais em recursos hídricos a partir dos fundamentos da Lei nº 9.433/1997.

O Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), previsto na Lei nº 9.433/1997, exerce suas atividades, desde junho de 1998, como a instância superior do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Singreh). No Tocantins, a atual configuração do Sistema Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (SEGRH) é apresentada na Figura 44, em consonância com o âmbito federal.

Os trabalhos de planejamento e gestão de recursos hídricos no Estado do Tocantins tiveram início a partir do ato de criação do Conselho Estadual dos Recursos Hídricos (CERH), pelo Decreto Estadual nº 637/1998. Nota-se que o CERH foi estabelecido anteriormente a Lei nº 1.307/02, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos do Tocantins (PERH).

Figura 44. Estrutura da gestão de recursos hídricos no Brasil e Tocantins



Fonte: adaptado ANA (2015)

O CERH, conhecido como “Parlamento das Águas”, tem um plenário cuja composição busca refletir a ampla representação da sociedade tocantinense, aos quais

competete propor normas, analisar propostas, deliberar projetos, arbitrar conflitos e promover articulação para o aprimoramento da legislação de Recursos Hídricos do estado.

É notório, desde a criação do CERH, o aprofundamento do arcabouço normativo da legislação estadual sobre recursos hídricos, cabendo destacar a formação de comitês de bacias hidrográficas de rios de domínio do estado, a aprovação do Plano Estadual de Recursos Hídricos (PeRH) e outros importantes instrumentos para gestão das águas no estado. (BANDEIRA, 2020)

Em 2002 o Governo do Estado do Tocantins promulgou a Lei Estadual nº 1.307, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos (PERH), o Sistema Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (SEGRH) e a criação do Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FERH). (BANDEIRA, 2020)

Box 1. Competências do CERH

I - Articular em âmbito municipal, regional e estadual e com setores usuários o planejamento de ações diversas acerca dos recursos hídricos do Tocantins;

II - Arbitrar, em última instância administrativa, os conflitos existentes entre Comitês de Bacias Hidrográficas;

III - deliberar sobre:

- a) A regulamentação e alteração da Política Estadual de Recursos Hídricos;
- b) A instituição de Comitês de Bacias e Agências de Bacias Hidrográficas;
- c) Os recursos administrativos que lhe forem interpostos em última instância pelos Comitês de Bacias Hidrográficas;
- d) Os critérios para outorga do direito de uso de recursos hídricos e para cobrança de uso da água decorrente deste;
- e) As matérias que lhe tenham sido submetidas pelos Comitês de Bacias Hidrográficas;
- f) O Plano Estadual de Recursos Hídricos (PeRH)
- g) O enquadramento dos corpos de água em classe

IV - Propor medidas para o cumprimento das metas e acompanhar a execução do PeRH.

Decreto nº 637/1998, reformulado pelo Decreto 3006/2007, e regulamentado pela Lei nº 2.097/2009)

Fonte: Bandeira (2020)

Segundo Bandeira (2020), o SEGRH possui em sua estrutura operacional: o Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CERH/TO; os Comitês de Bacia Hidrográfica; as Agências de Bacia Hidrográfica; os órgãos dos poderes públicos estadual e municipais cujas competências se relacionem com a gestão dos recursos hídricos. No Box 2 o leitor pode conferir os objetivos do SEGRH.

Box 2. Sistema Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (SEGRH)

Objetivos:

- I - Executar a Política Estadual de Recursos Hídricos;
- II - Formular, atualizar e aplicar o PERH/TO e os PBHs;
- III - Coordenar a gestão integrada dos recursos hídricos;
- IV - Arbitrar administrativamente os conflitos relacionados com os recursos hídricos
- V - Promover a cobrança de taxa pelo uso dos recursos hídricos.

Política Estadual de Recursos Hídricos no Tocantins - Lei Estadual nº 1.307, de 22 de março de 2002

Fonte: Bandeira 2020

Atualmente, a Secretaria de Meio Ambiente e Recurso Hídricos do Tocantins (SEMARH) é o órgão gestor, representante da administração direta estadual, concentrando as tarefas de planejamento estratégico e coordenação da implementação dos instrumentos da política. Para conhecer a missão, propósito, valores e competências da SEMARH vide Box 3.

Box 3. Missão, Propósito, Valores e Competências da SEMARH

Missão: Assegurar a implementação de políticas públicas para garantir a sustentabilidade dos recursos naturais para as gerações de hoje e futura.

Propósito: Garantir a utilização sustentável dos recursos naturais do território tocaninense de forma a assegurar o bem-estar social com o desenvolvimento econômico e tecnológico e a conservação do meio ambiente.

Valores: Ética; Transparência; Cooperação; Responsabilidade Socioambiental e Credibilidade

Temas estratégicos: Biodiversidade de florestas, ativos ambientais e recursos hídricos

Competências:

- Coordenar o processo de revisão da política estadual de meio ambiente e recursos hídricos e seus instrumentos.
- Propiciar a adequação ambiental do imóvel rural de forma ágil e eficiente.
- Incentivar e fortalecer a gestão ambiental municipal.
- Avaliar e valorar os ativos ambientais do Estado do Tocantins.
- Consolidar o SEGRH.
- Promover a recuperação e conservação das bacias hidrográficas e dos sistemas aquíferos.
- Implementar projetos de adaptação às mudanças climáticas com foco em adequação de infraestrutura social e ambiental.
- Implementar sistema de gestão e manutenção de Unidades de Conservação com retorno financeiro.
- Incentivar a gestão dos resíduos sólidos em parceria com a Secretaria das Cidades e Desenvolvimento Urbano, com suporte na legislação, captação de recursos, capacitação.
- Incentivar e fortalecer as Organizações Ambientais da Sociedade Civil.

Fonte: adaptado de Bandeira (2020)

Segundo Bandeira (2020) a SEMARH possui uma diretoria específica para planejar e promover ações direcionadas aos recursos hídricos: a Diretoria de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (DPGRH).

Em Cordeiro (2011) encontra-se que a DPGRH tem a função de efetivar a gestão descentralizada e participativa das águas no Tocantins. Responsável por estimular a mobilização para formação dos Comitês de Bacias Hidrográficas, atuando como articuladora, facilitadora e coordenadora executiva dos processos de mobilização social no Estado. As competências da DPGRH e suas divisões administrativas estão descritas no Box 4.

Box 4. Competências da DPGRH

- I. Acompanhar e monitorar a implementação da Política Estadual dos Recursos Hídricos, nos termos da Lei no 1.307 de 22 de março de 2002;
- II. Assistir à Secretária do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, na definição das diretrizes e na implementação das ações da área de recursos hídricos;
- III. Supervisionar e coordenar os programas com financiamento de organismos internacionais e estrangeiros; a implementação dos acordos nacionais e internacionais e a execução dos convênios e os projetos de cooperação técnica nacional e internacional, na área de atuação da Diretoria de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos;
- IV. Supervisionar e coordenar as atividades das Gerências de Planejamento de Recursos Hídricos, Gestão de Recursos Hídricos, Hidrometeorologia e Revitalização de Bacias Hidrográficas.
- V.

A DPGRH possui 4 divisões: Gerência de Recursos Hídricos, Gerência de Hidrometeorologia, Gerência de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos e Gerência de Revitalização de Bacias Hidrográficas. As competências de cada divisão estão previstas pela Medida Provisória nº 1, de 2 de janeiro de 2015

Fonte: Bandeira (2020)

O Naturatins é responsável pela execução das políticas voltadas para a preservação e conservação dos recursos naturais. Com sede na capital Palmas, conta com 15 (quinze) unidades regionais distribuídas no Estado e ainda é responsável pela gestão das Unidades de Conservação de Proteção Integral e de Uso Sustentável do Estado. (BANDEIRA, 2020)

Com base no Decreto Estadual nº 2.432, de 06 de junho de 2005, a concessão de outorga de direito de uso de recursos hídricos é um procedimento centralizado no Naturatins, especialmente em sua Gerência de Uso e Controle dos Recursos Hídricos (GUCRH). (BANDEIRA, 2020)

Por meio de duas divisões administrativas, a “Supervisão de Segurança de Barragens” e a “Supervisão de Cadastro e Outorga de Recursos Hídricos”, o Naturatins tem a função de controlar e ordenar o uso dos Recursos Hídricos, implementar e acompanhar os instrumentos da política apoiando a criação e implementação do SEGRH do Estado. (BANDEIRA, 2020)

Segundo Bandeira (2020), a principal função do Naturatins, é atuar como o Poder Outorgante do SEGRH, com a responsabilidade de analisar os requerimentos de concessão de outorga de direito de uso dos recursos hídricos no estado.

Por sua vez, os comitês de bacias hidrográficas e as agências de bacias hidrográficas foram explicitamente considerados e definidos na Lei de Recursos Hídricos de 1997, que as reconhece como parte do Singrh. Embora a lei não exija a sua criação, ela teve impacto sobre a criação dos comitês de bacias hidrográficas estaduais e interestaduais (OCDE, 2015). No Box 5 o leitor poderá conferir mais detalhes sobre as competências dos CBHs.

Box 5. Competências dos Comitês de Bacias Hidrográficas

- I - submeter à homologação do Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CERH:
 - a) a constituição da respectiva Agência de Bacia Hidrográfica;
 - b) a aprovação do Plano de Bacia Hidrográfica- PBH;
 - c) o enquadramento dos corpos de água da bacia hidrográfica, em classe de uso e conservação;
 - d) os valores a serem cobrados e os critérios da respectiva cobrança de taxa pelo uso da água da bacia hidrográfica;
 - e) as propostas de acumulações, derivações, captações e lançamentos considerados insignificantes;
- II - acompanhar a execução do Plano de Bacia Hidrográfica- PBH;
- III - elaborar o relatório anual sobre a situação dos recursos hídricos de sua respectiva bacia hidrográfica.
- IV - aprovar:
 - a) a previsão orçamentária anual da respectiva Agência de Bacia Hidrográfica e o seu plano de contas;
 - b) os programas anuais e plurianuais de investimentos em serviços e obras de interesse dos Recursos Hídricos, obedecido o respectivo Plano de Bacia Hidrográfica- PBH;
- V - ratificar convênios e contratos relacionados aos respectivos PBHs;
- VI - implementar ações conjuntas com o órgão competente do Poder Executivo visando a definição dos critérios de preservação e uso das faixas marginais de proteção de rios, lagoas e lagunas;
- VII - dirimir, em primeira instância, eventuais conflitos relativos ao uso da água.

(Política Estadual de Recursos Hídricos no Estado do Tocantins - Lei Estadual 1307/02)

Fonte: Bandeira (2020)

De acordo com a Lei Estadual 1.307/02, os Comitês de Bacia Hidrográfica são entidades colegiadas, com atribuições normativa, deliberativa e consultiva, reconhecidos e qualificados por ato do Chefe do Poder Executivo, mediante proposta do CERH (BANDEIRA, 2020).

Na prática, a criação de comitês e agências de bacias hidrográficas foi impulsionada nas áreas com problemas graves e algum grau de mobilização dos usuários da água. A lei prevê que os comitês de bacias hidrográficas cubram “a totalidade de uma bacia hidrográfica, a sub-bacia hidrográfica de tributário do curso de água principal da bacia, ou de tributário desse tributário, ou grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas” (Artigo 37). (OCDE, 2015)

Do ponto de vista da PERH, **a competência mais relevante do comitê é a aprovação do Plano de Bacia Hidrográfica (PBH), instrumento que orienta os usos da água da bacia. Além de aprovar o PBH, é dever do comitê acompanhar a sua implementação para buscar assegurar a efetiva implementação das propostas nele estabelecidas, bem como a realização dos programas prioritizados** (ANA, 2014).

Até o momento o Tocantins institucionalizou cinco CBHs e possui um comitê em processo de institucionalização. Os primeiros CBHs foram institucionalizados em 2011, dentre eles o Comitê de Bacia Hidrográfica Rio Formoso (CBHRF). A Tabela 7 apresenta os comitês do estado do Tocantins e os respectivos instrumentos de institucionalização.

Tabela 7. Comitê de Bacias Hidrográficas do Tocantins

Organizações de Bacia do Tocantins	Institucionalização
Comitê de Bacia Hidrográfica Rio Manoel Alves da Natividade	Decreto 4.252/2011
Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Formoso do Araguaia	Decreto 4.253/2011
Comitê de Bacia Hidrográfica do Entorno do Lago de Palmas	Decreto 4.434/2011
Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Lontra e Corda	Decreto 4.906/2013
Comitê de Bacia Hidrográfica dos Rios Santo Antônio e Santa Tereza	Decreto 5.608/2017
Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Palma: encontra-se em fase criação	Resolução CERH/TO Nº 76/2018. Reconhecimento da Comissão Pró-Comitê

Fonte: SEMARH (2021)

Finalmente, as Agências de Água da Bacia (AgB) têm a finalidade de propiciar o suporte técnico e administrativo aos CBHs, exercendo, entre outras, a função de secretaria executiva. (ANA, 2014)

Parte integrante do Sistema Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (SEGRH), as AgB são criadas mediante solicitação dos CBHs e autorização do CERH. A viabilidade de uma Agência de Água deve ser assegurada por meio da cobrança pelo uso dos recursos hídricos em sua área de atuação. (ANA, 2014)

Dentre as atribuições legais das AgBs, se destacam também: o desenvolvimento dos estudos necessários para a gestão dos recursos hídricos em sua área de atuação, a aplicação dos recursos arrecadados com a cobrança de acordo com o planejamento aprovado pelo CBH, e a manutenção do cadastro de usuários de água. (ANA, 2014)

Sua atuação pressupõe criatividade e efetivação de resultados que devem ser traduzidas na transparência das ações, na robustez técnica das suas propostas e na prestação sistemática de contas à sociedade da bacia. (ANA, 2014)

As principais atribuições técnicas das Agências estão reunidas no artigo 44 da Lei das Águas e são descritas e detalhadas no Box 6.

Box 6. Principais atribuições técnicas das Agência de Água

- Manter balanço atualizado da disponibilidade de recursos hídricos;
- Manter o cadastro de usuários de recursos hídricos;
- Gerir o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos;
- Promover os estudos necessários para a gestão dos recursos hídricos e elaborar o Plano de Recursos Hídricos (da respectiva Bacia);
- Propor ao respectivo Comitê de Bacia o enquadramento dos corpos de água nas classes de uso;
- Propor os valores a serem cobrados pelo uso de recursos hídricos;
- Propor o plano de aplicação dos recursos arrecadados com a cobrança pelo uso;
- Elaborar sua proposta orçamentária e submetê-la à apreciação do Comitê da Bacia;
- Elaborar estudos técnicos sobre as acumulações, derivações, captações e lançamentos de pouca expressão, para efeito de isenção da obrigatoriedade de outorga de direitos de uso de recursos hídricos, de acordo com os domínios destes;
- Analisar e emitir pareceres sobre projetos e obras a serem financiados com recursos da cobrança pelo uso e encaminhá-los à instituição financeira responsável por sua administração; acompanhar a administração financeira dos recursos arrecadados com a cobrança pelo uso; e celebrar convênios e contratar financiamentos e serviços para a execução de suas competências; e
- Efetuar, mediante delegação do outorgante, a cobrança pelo uso de recursos hídricos

O artigo 41 da Lei nº 9.433 determina que a Agência de Água deve exercer, também, a função de secretaria executiva do Comitê de Bacia.

Fonte: ANA (2014)

Até a regulamentação da criação das AgBs, o CERH poderá delegar, por prazo determinado, o exercício de funções de competência das AgBs a organizações sem fins lucrativos, são as Agências Delegatárias. As parcerias dessas entidades com os órgãos gestores da União, bem como o monitoramento dos seus resultados, são orientados pelos contratos de gestão, de acordo com a Lei n.º 10.881/2004. (ANA, 2014)

Nos casos onde a cobrança pelo uso de recursos hídricos não está implementada, a estruturação do apoio aos CBHs é realizada mediante a celebração de termos de parceria (Lei n.º 9.790/1999) ou termos de colaboração (Lei n.º 13.019/2014). Nesses casos, a entidade de apoio exerce funções apenas de secretaria executiva, atualmente sob a função da SEMARH. (ANA, 2014)

5.1.8.1 Programa de Consolidação do Pacto Nacional pela Gestão das Águas

Em dezembro de 2011, a ANA e dirigentes dos órgãos gestores de recursos hídricos dos estados e do Distrito Federal firmaram o **Pacto Nacional pela Gestão das Águas**, um termo de compromisso que visa a fortalecer os Sistemas Estaduais de Gerenciamento de Recursos Hídricos com vistas a intensificar o processo de articulação e ampliar os laços de cooperação institucional no âmbito do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Singreh). (OCDE, 2015)

Segundo ANA (2019), o Progestão é um programa de incentivo financeiro aos sistemas estaduais, resultado do Pacto, para aplicação exclusiva em ações de fortalecimento institucional e de gerenciamento de recursos hídricos, mediante o alcance de metas definidas a partir da complexidade de gestão (tipologias A, B, C e D) escolhida pela unidade da federação, vide Figura 45.

Figura 45. Tipologias das metas do Progestão

Tipologia A	Balanco quali-quantitativo satisfatório em quase a totalidade do território; criticidade quali-quantitativa inexpressiva; usos pontuais e dispersos; baixa incidência de conflitos pelo uso da água.
Tipologia B	Balanco quali-quantitativo satisfatório na maioria das bacias; usos concentrados em algumas poucas bacias com criticidade quali-quantitativa (áreas críticas).
Tipologia C	Balanco quali-quantitativo crítico (criticidade qualitativa ou quantitativa) em algumas bacias; usos concentrados em algumas bacias com criticidade quali-quantitativa (áreas críticas); conflitos pelo uso da água com maior intensidade e abrangência, mas ainda restritos às áreas críticas.
Tipologia D	Balanco quali-quantitativo crítico (criticidade qualitativa ou quantitativa) em diversas bacias; usos concentrados em diversas bacias, não apenas naquelas com criticidade quali-quantitativa (áreas críticas); conflitos pelo uso da água generalizados e com maior complexidade, não restritos às áreas críticas.

Fonte: ANA (2019)

Para o cumprimento de seus objetivos, o programa aporta recursos orçamentários da ANA, na forma de transferência pelo alcance de metas acordadas entre a ANA e as entidades estaduais, **sendo interveniente o CERH.** (ANA, 2019)

As metas, concebidas em ciclos quinquenais de proposição e de avaliação, incluem: metas de cooperação federativa, definidas pela ANA com base em normativos legais ou de compartilhamento de informações, comuns a todas as unidades da federação; e metas de gerenciamento de recursos hídricos em âmbito estadual, selecionadas pelos órgãos gestores e aprovadas pelos respectivos CERHs, a partir da tipologia de gestão anteriormente escolhida. (ANA, 2019)

A participação no Progestão é aberta ao Distrito Federal e a todos os estados interessados em colaborar para o alcance dos objetivos do **Pacto Nacional pela Gestão das Águas.** A adesão é voluntária e se dá por meio de edição de Decreto específico do Governador do Estado ou do Distrito Federal, indicando a Entidade responsável pela coordenação da implementação do Programa. **O Tocantins é signatário do Pacto e aderiu às metas da tipologia tipo “B” por meio do Decreto nº 4.915, de 22 de outubro de 2013.** (ANA, 2019)

O relatório do segundo ciclo do Progestão informa que de R\$ 5.491.566,00 repassados até 2020 ao Tocantins foram aplicados R\$ 3.841.485,67. O gráfico da Figura 46 apresenta os valores anuais transferidos pelo Progestão ao Tocantins.

Figura 46. Investimento anual do Progestão no estado do Tocantins – 2014-2020

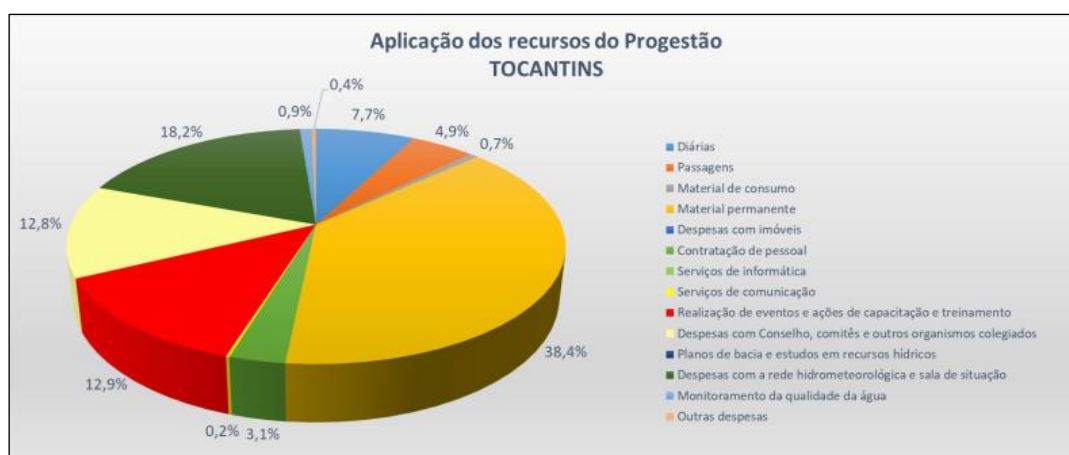


Fonte: ANA (2019)

Consta no relatório da ANA (2019) que desde 2019, o estado deve comprovar anualmente o investimento na gestão de recursos hídricos, com recursos financeiros próprios, totalizando R\$ 250 mil. Os valores devem ser aplicados nas variáveis estratégicas definidas pelo estado, a saber: organização institucional do sistema de gestão; comunicação social e difusão de informações; Plano Estadual de Recursos Hídricos; sistema de informações e outorga.

Em 2020, o estado declarou a aplicação de R\$ 280.990,00 em organização institucional e, portanto, segundo a ANA (2014) fez jus ao valor máximo da meta de investimento, ou seja, R\$ 250 mil. O relatório apresenta as áreas de aplicação dos recursos do Progestão, conforme gráfico da Figura 47.

Figura 47. Áreas de aplicação dos recursos investidos pelo Progestão no Tocantins – 2014-2020



Fonte: ANA (2019)

5.1.8.2 Programa Nacional de Fortalecimento dos Comitês de Bacias Hidrográficas

O Programa Nacional de Fortalecimento dos Comitês de Bacias Hidrográficas – Procomitês, instituído pela Resolução ANA nº 1.190/2016, foi criado para promover o aprimoramento dos comitês de bacia hidrográfica dos estados e do Distrito Federal.

O Procomitês teve início em 2016 e hoje conta com a adesão de 168 comitês de 22 estados, 18 já contratados, movimentando valores anuais da ordem de R\$ 4,8 milhões. O funcionamento do programa ocorre em etapas sucessivas: inicialmente os comitês formalizam a intenção de aderir e os governos estaduais promulgam um Decreto

específico; em seguida é realizada uma oficina de pactuação das metas a serem cumpridas, com a presença de representantes dos comitês, da entidade estadual e do CERH, requisito para a assinatura do contrato entre o estado e a ANA; a partir daí iniciam-se os períodos anuais de implementação das metas pactuadas, que são avaliadas pela ANA e certificadas pelos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos (CERHs).

O Procomitês estruturou suas linhas de ação em torno de um conjunto de indicadores e metas, visando orientar e propiciar condições para que os comitês, ao longo dos cinco períodos anuais de cada ciclo, pudessem evoluir do nível em que foram classificados ao ingressar no programa, variando de N1 (em estruturação) a N5 (com cobrança aprovada), até atingir o nível pactuado H.

Ao cumprir as metas estabelecidas em acordo com a entidade estadual, com a anuência do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH), os comitês gradualmente ascenderão ao nível previsto no contrato.

O processo de certificação do Procomitês acontece anualmente ao final de cada período de implementação, durante um ciclo de 5 anos. Após um ano de atividades regulares do Comitê de Bacia Hidrográfica, em que esse buscou cumprir as metas pactuadas no programa, a certificação é a etapa de verificação do alcance dessas metas, sendo a etapa de fechamento do período. A certificação é fundamental uma vez que o recurso destinado a entidade estadual é proporcional à nota obtida na certificação.

A certificação é realizada com o apoio de ferramentas desenvolvidos pela ANA e que possuem o objetivo verificar a comprovação do cumprimento das metas pactuadas para aquele período por parte dos comitês. Ao final do preenchimento dessas ferramentas, é contabilizado o percentual das metas concluídas pelo comitê.

O Tocantins aderiu ao Procomitê pelo Decreto nº 5.552/2016. A SEMARH é a coordenadora das ações do poder executivo estadual inerentes à implementação do Procomitês. No art. 2 do Decreto Estadual o Tocantins se compromete a observar os indicadores e metas acordados com a Federação, por intermédio da ANA, com representações dos CBH que aderirem ao Procomitês e aprovadas pelo CERH.

O Contrato nº 2.036/2017/ANA pactua a transferência de R\$ 1.200,00 em uma parcela inicial de R\$ 200,00 e mais cinco de R\$ 200,00. O Tocantins já está no segundo ciclo, tendo alcançado 100% das metas pactuadas.

5.1.8.3 Fundo Estadual de Recursos Hídricos

O objetivo do Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FERH) é implementar os instrumentos de gestão de recursos hídricos no Estado do Tocantins, bem como estruturar o SEGRH, foi formalizado pela Lei Estadual 1.307 de 22 de março de 2002, regulamentado pela Lei 2.089, de 09 de julho de 2009, que estabelece as finalidades de financiamento, as fontes constituintes dos recursos e a forma como estes devem ser aplicados.

O FERH é um fundo de natureza contábil e suas fontes de recursos provêm de dotações orçamentárias do Estado que lhe forem destinadas: compensações financeiras que o Estado receber com relação aos aproveitamentos hidroenergéticos em seu território e as compensações similares recebidas por municípios e repassadas ao FERH, mediante convênios, nos termos do art. 17 da Lei Federal 9.642/1992; receitas resultantes de cobrança de taxas pela utilização de recursos hídricos, nos termos do art. 11 da Lei Estadual 1.307/2002, entre outras fontes de provimentos, conforme a Lei Estadual 2.089/2009. (BANDEIRA, 2020)

Segundo Bandeira (2020), a SEMARH é responsável por operacionalizar gestão do fundo desde 2012, por meio da elaboração dos planos de aplicação anuais dos recursos, relatórios e respectivos balanços financeiros. Bem como compete a SEMARH acompanhar a execução física dos planos, programas, projetos e pesquisa em recursos hídricos para aplicação de recursos.

O FERH tem como instância deliberativa o CERH, composto por representantes do poder público, estadual e municipal, como também representantes da sociedade civil organizada e usuários de recursos hídricos. Cabe ao CERH controlar, fiscalizar e deliberar sobre a forma de aplicação e utilização dos recursos do FERH, conforme dispõe o art 8º da Lei Estadual 2.089/2009. (BANDEIRA, 2020)

Segundo Bandeira (2020) o investimento financeiro realizado pelos órgãos gestores de recursos hídricos, estritamente nas ações de recursos hídricos foi de R\$ 17.551.113,29 desde a criação do FERH.

O controle e a fiscalização anual dos valores financeiros investidos são realizados especificamente pelo CERH (aprovação do plano de aplicação anual e aprovação da prestação de contas anual), Controladoria Geral do Estado (CGE) (competência de acompanhar e fiscalizar o fechamento das contas dos órgãos estaduais) e demais órgãos estaduais de controle e fiscalização. (BANDEIRA, 2020)

5.1.9 Breves conclusões sobre o capítulo

Este capítulo resumiu as principais informações, marcos legais, bem como o conteúdo e abrangência dos sistemas de atividade humana encontradas no contexto da BHRF. Diante do exposto foi possível observar que, com base no conhecimento científico atual, a governança da água é promovida em vários níveis e escalas. Bem como, compartilhada por vários setores.

Todas essas questões se constituem um desafio para as autoridades e toda a sociedade. A proposição de um sistema de governança das águas para BHRF, certamente, deverá incluir estratégias que terão impacto na natureza exuberante da maior ilha fluvial do mundo. Porque, como vimos, tais situações são catalisadoras de um processo conflituoso entre instituições formais e informais, e grupos, possuidores de organizações internas próprias, e que precisarão de coordenação efetiva para operacionalizar as concepções diferenciadas de uso e controle do sistema sócio ecológicos em questão.

Conforme discutido anteriormente o desenvolvimento institucional e a governança das águas abordam problemas complexos e multifacetados que exigem a participação de vários atores, organizações e instituições nesta rede ampla que se forma na BHRF.

CAPÍTULO VI

A atividade humana, criativa e inovadora, não é estranha à natureza. Podemos considerá-la como uma amplificação e uma intensificação de traços já presentes no mundo físico e que a descoberta dos processos longe do equilíbrio nos ensinou a decifrar.

Ilya Prigogine

Os livros e manuscritos são coisas diferentes em diferentes pensadores: um recolhe no livro as luzes que velozmente soube furta e carregar consigo, dos raios de um conhecimento que sobre ele relampejou; um outro dá apenas as sombras, as imagens em preto e cinza daquilo que na véspera se edificou em sua alma.

Friedrich Nietzsche

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 O DIAGNÓSTICO E O *DESIGN* DA ARQUITETURA SISTÊMICA DA BHRF

Neste capítulo são apresentados e discutidos os resultados do diagnóstico e do *design* da arquitetura sistêmica do *framework* institucional formal para a Gestão Integrada de Recursos Hídricos (GIRH) na Bacia Hidrográfica Rio Formoso (BHRF), conforme abordagem metodológica apresentada no Capítulo IV.

6.1.1 Decomposição vertical da complexidade: o propósito da organização

Conforme abordado no referencial teórico e metodológico deste manuscrito, a distinção da fronteira entre a organização e o seu ambiente é uma questão crítica para o pensamento e a prática sistêmica, porque é o que define o propósito de uma organização.

A decomposição de estruturas em níveis recursivos é a base para compreensão do propósito de uma organização. Ao se decompor uma organização em níveis recursivos, é possível identificar quais recursões (sub-organizações ou sub-suborganizações) atuam em ambientes menores. As sub-organizações, por sua vez, são identificadas como as unidades primárias, isto é, as unidades responsáveis pelo propósito da organização.

Considerando os pressupostos enunciados nesta pesquisa, **sistemas viáveis** precisam alcançar a similaridade funcional entre os diferentes níveis de recursão e entre

as unidades do mesmo nível, tanto quanto possível. Por isso, gerenciar a complexidade é questão central para a governança dos recursos hídricos.

As Organizações de Bacias Hidrográficas (OBHs), tais quais os Conselhos, os Comitês e as Agências foram concebidas como estruturas especializadas da GIRH. Nos termos do VSM, são as estruturas de governança da organização com o objetivo de garantir a manutenção e reprodução dos serviços hidrológicos.

Dessa forma, as unidades primárias deste estudo de caso com VSM foram distinguidas por sua elevada capacidade de auto-organização para manutenção do seu propósito. Em Misser et al., (2017) encontramos que os sistemas adaptativos complexos são geralmente sistemas auto-organizados sem intenção de nível de sistema ou controle centralizado.

Misser et al. (2017) explica que, embora o sistema seja “dominado por atores humanos individuais que exibem intenção, o sistema como um todo não”. Identificamos nas seções 3.1.3, 3.1.4 e 3.1.4.1 que esta capacidade de auto-organização é, especialmente, importante quando esses sistemas são confrontados com uma mudança repentina no ambiente, porque enfatizam a importância de criar oportunidades de auto-organização para a sustentabilidade sócio ecológica.

Isto é particularmente **relevante** para esta pesquisa, porque segundo Espinosa (2008), Schwaninger (2009), Pérez-Ríos (2012) e Lassl (2019a, 2019b, 2019c), é, precisamente, na coesão de organizações autônomas estruturalmente acopladas em todos os níveis recursivos, que emerge a viabilidade, ou; nos termos da GIRH, a sustentabilidade dos recursos hídricos.

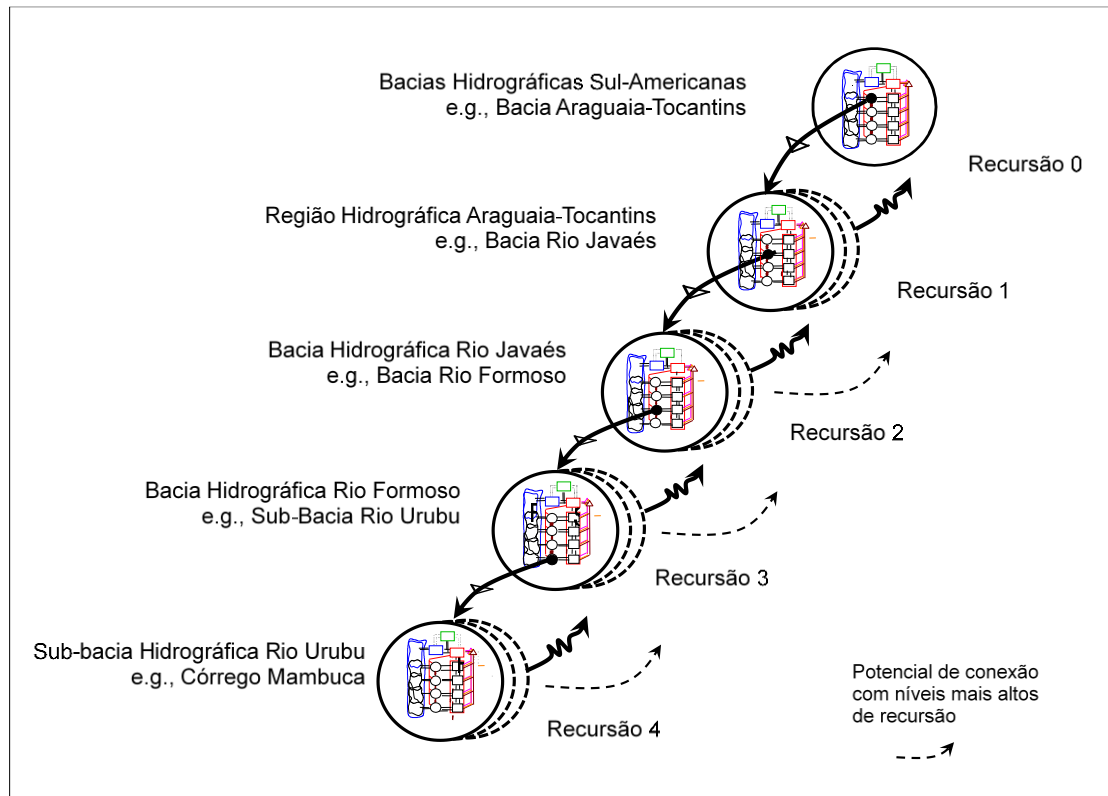
Isto posto, conforme descrito na seção 4.2.2.2, identificou-se que o sistema hídrico brasileiro é oficialmente classificado e codificação pelo método denominado *ottobacias*. A Base Hidrográfica Ottocodificada (BHO) da Agência Nacional das Águas e Saneamento (ANA), funciona como uma base de interoperabilidade²² entre as organizações responsáveis pela gestão dos recursos hídricos, possibilitando a integração a partir de um mesmo critério e referência espacial.

O diagrama da Figura 48 apresenta uma imagem abstrata das cinco unidades operacionais elementares decompostas a partir dos vários níveis recursivos identificados

²² A interoperabilidade é a capacidade de diversos sistemas e organizações trabalharem em conjunto (interoperar), de modo a garantir que pessoas, organizações e sistemas computacionais interajam para trocar informações de maneira eficaz e eficiente. (ENAP, 2015)

no sistema hídrico em estudo: das Bacias Hidrográficas Sul-Americanas à Bacia do rio Formoso, até o nível das microbacias.

Figura 48. Níveis recursivos do sistema hídrico sul-americano



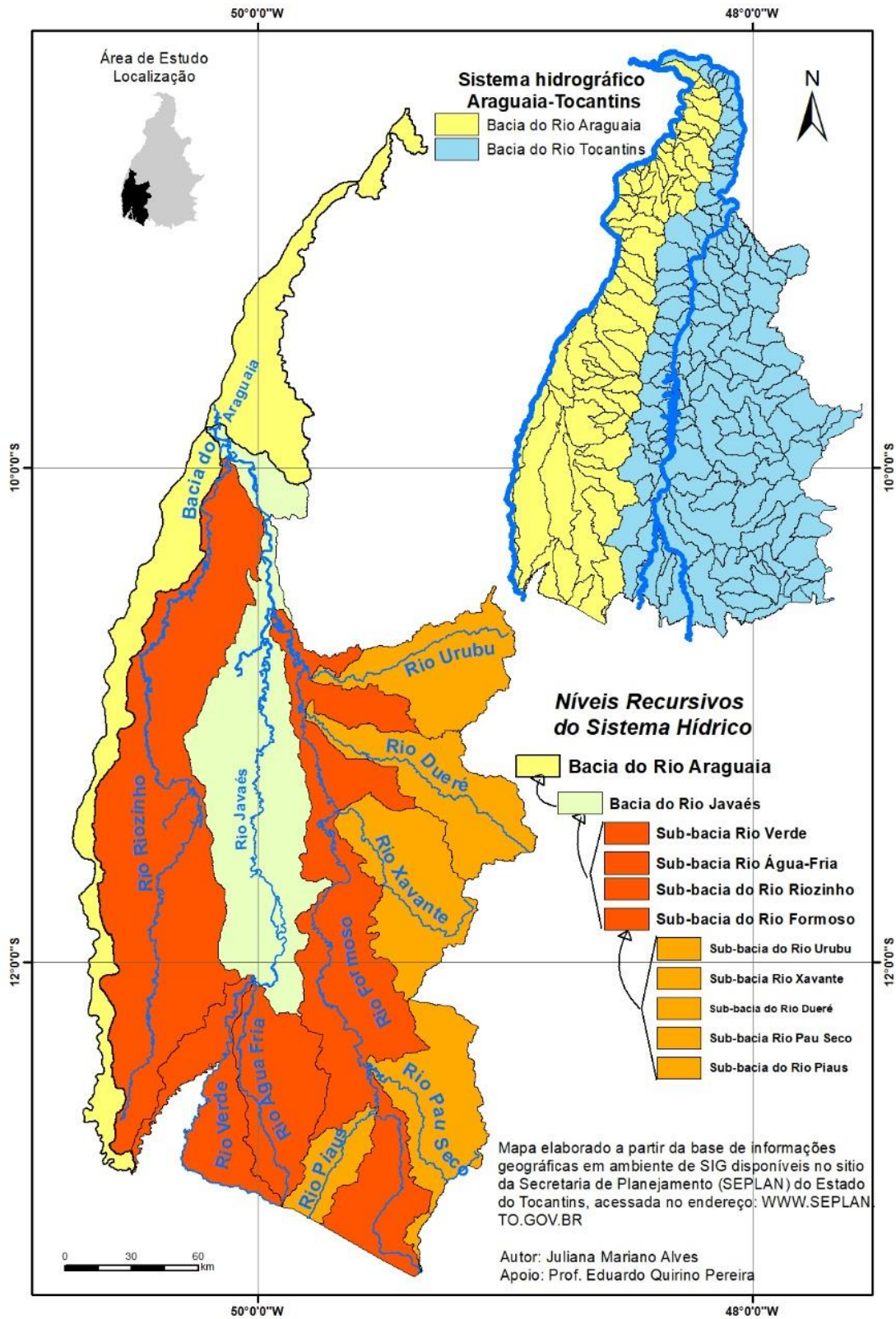
Fonte: elaboração da autora

Template, gentilmente, cedido pelo Prof. Dr. Markus Schwaninger

A estrutura identificada mantém unidades primárias em equilíbrio, pelo menos dentro dos limites estabelecidos por uma unidade de ordem superior. Segundo Schwaninger (2019) isso significa que a autonomia dessas unidades é, em princípio, elevada, mas limitada pela necessidade de coesão de todas as unidades operacionais elementares.

Na página seguinte o leitor poderá observar no mapa da Figura 49, que cada uma das unidades primárias identificadas no sistema hídrico - na medida em que cumpre seu propósito - é uma replicação estrutural do todo em que está inserida.

Figura 49. Mapa dos níveis recursivos do sistema hídrico em estudo



Essas unidades têm o propósito de garantir os serviços hidrológicos de regulação, provisão e suporte, além dos serviços culturais relacionados às águas. Em cada um dos níveis recursivos as unidades primárias enfrentam desafios específicos relacionados aos recursos e habilidades necessárias à reprodução dos serviços hidrológicos.

Dentre os serviços prestados pelas unidades primárias de todos os níveis recursivos, destacam-se: a reprodução e manutenção dos serviços hidrológicos, tais como o suprimento de água para usos consuntivos e o suprimento de água para usos não-consuntivos. Bem como os serviços culturais relacionados a valores estéticos, espirituais, históricos, educacionais e turísticos.

Em todos os níveis de recursão, as unidades primárias realizam serviços hidrológicos de suporte aos ecossistemas que possibilitam a geração de outras categorias de serviços que compreendem, por exemplo, a provisão de água e de nutrientes essenciais para a agricultura.

A seguir será apresentado ao leitor uma descrição dos principais aspectos sobre a governança das águas em cada um dos níveis identificados:

R0 – Nível Recursivo Bacias Hidrográficas da América do Sul (R0-BHAS)

R1 – Nível Recursivo Região Hidrográfica Araguaia-Tocantins (R1-BHAT)

R2 – Nível Recursivo Bacia Hidrográfica Rio Javaés (R2 – BHRJ)

R3 – Nível Recursivo Bacia Hidrográfica Rio Formoso (R3 – BHRF)

R4 – Nível Recursivo Sub-Bacia Hidrográfica Rio Urubu (R4- SBHRU)

6.1.1.1 Os níveis recursivos do sistema hídrico: fatores críticos

No Quadro 1, cada nível recursivo do sistema hídrico corresponde a uma linha da Matriz Níveis de Recursão-Fatores Críticos, cujas colunas apresentam os fatores ou aspectos essenciais que evidenciam a complexidade da implementação da GIRH no contexto sul-americano.

Inicialmente, constata-se que nos diferentes níveis recursivos se encontra um desenvolvido *framework* institucional formal, que caracteriza um enorme potencial para sustentabilidade do sistema hídrico brasileiro e sul-americano.

Quadro 1. Matriz de Níveis de Recursão-Fatores Críticos

Nível de Recursão	Alcance espacial	Questões Relevantes	Organismo de Instituições Influentes	Legislação Aplicável	Principais Ações
Nível 0 RO-BHAS	Bacias Hidrográficas da América do Sul: RH do Titicaca; RH Costeira do Pacífico; BH do Orinoco; RH Costeira do Atlântico Norte; BH do Amazonas; Região Hidrográfica do Marajó; RH do Araguaia-Tocantins; RH Costeira do Atlântico Sul; BH do Paraná e RH dos Pampas.	- A Amazônia ocupa 40% do território sul-americano e abriga a maior floresta megadiversa do mundo, habitat de 20% de todas as espécies de fauna e flora existentes. A Bacia Amazônica contém cerca de 20% da água doce da superfície do planeta. O Ciclo Hidrológico Amazônico alimenta um complexo sistema de aquíferos e águas subterrâneas, que pode abranger uma área de quase 4 milhões de km ²	ANA OTCA Conselho de Cooperação Amazônica MRE ABC RHA	Tratado Internacional de Direitos Humanos; Tratado de Cooperação Amazônica/1978; Declaração Estocolmo/1972; Declaração Dublin/1992; Declaração Rio/1992; Declaração OTCA/2009; Decreto 6.527/2008 (Fundo Amazônia); Resolução CNRH nº 30/2002 (codificação oficial de bacias hidrográficas); Resolução ANA 399/2004 (revisão de classificação quanto ao domínio dos cursos d'água, Convenção Ramsar	- Plano Estratégico 2004-2012 da OCTA, - Programa para o Sistema de Vigilância em Saúde Ambiental para a Região Amazônica (PVSA) - Programa para Elaborar uma Agenda Regional de Proteção aos Povos Indígenas - Programa de Desenvolvimento das Comunidades Fronteiriças Iñapari - Assis Brasil (Peru - Brasil) - Programa de Desenvolvimento Integrado das Comunidades Vizinhas Boliviano – Brasileiras - Projeto Amazonas: Ação Regional na Área de Recursos Hídricos; - Programa de Ações Estratégicas na Bacia Amazônica considerando Variabilidade e Mudança Climática (Projeto Bacia Amazônica) - Criação de fundo de investimento para ações contra o desmatamento
Nível 1 R1-BHAT	Região Hidrográfica Araguaia Tocantins: Bacia do Rio Riozinho; Bacia do Rio Javaés; Bacia do rio Formoso; Bacia do Rio Pium; Bacia do Rio do Côco; Bacia do Rio Caiapó; Bacia do Rio Piranhas / Rio Lajeado; Bacia do Rio Bananal; Bacia do Rio Barreiras; Bacia do Rio das Cunhãs; Bacia do Rio Jenipapo; Bacia do Rio Muricizal; Bacia do Rio Lontra; Bacia do Ribeirão Corda; Bacia do Rio Piranhas; Bacia do Rio Tocantins; Bacia do Rio Santa Tereza; Bacia do Rio Paranã; Bacia do Rio Palma; Bacia do Rio Manuel Alves da Natividade; Bacia do Rio São Valério; Bacia do Rio Santo Antônio; Bacia do Rio Crixás; Bacia do Rio das Balsas; Bacia do Rio Sono; Bacia do Ribeirão dos Mangues; Bacia do Rio Perdida; Bacia do Rio Manuel Alves Pequeno; Bacia do Rio Manuel Alves Grande...	- Segunda maior bacia da América do Sul, está totalmente localizada em território brasileiro. Área de drenagem de 918.822 km ² (11% do país). - A região caracteriza-se pela presença de dois importantes biomas: o Cerrado e a Floresta. A Ilha do Bananal está situada na Bacia do Araguaia - O principal uso consuntivo de água é a irrigação. A vazão de retirada é de cerca de 85 m ³ /s, representando 62% da demanda total de água - O CBH Interinstitucional não foi instituído, possui um Conselho Gestor. As ações são articuladas pela ANA com o órgão gestor de cada estado.	CONRH ANA MDR IBAMA SEMARH/TO CERH/TO SEMA/PA CERH/PA SEMA/MT CEHIDRO SEMA/MA CERH/MA SEMADF CRHDF Naturatins Codevasf	- Constituição Federal; Lei Federal 9.433/97 (Institui a PNRH); - Lei Federal 9.985/2000, Lei Federal 9.984/2000 (Criação da ANA); - Resolução ANA nº 411/2009 (Institui o Colegiado Gestor da RHTA); - Lei Estadual 1.307/2002 (Institui a PERH/TO); - Lei Estadual 13.123/1997 (Institui a PERH/GO); - Lei 2.725/2001 (Institui a PRH do DF); - Lei Estadual 11.088/2020 (revisão da PERH/MT); - Lei Estadual 8.149/2004 (institui a PERH/MA); - Lei Estadual 6.381/2001 (Institui a PERH/PA);	- Plano Estratégico das Bacias Hidrográficas Tocantins e Araguaia (2009) - Plano Estadual das Bacias Hidrográficas Tocantins e Araguaia (Tocantins - 2011) - Rede Hidrometeorológica com 46 Plataformas de Coletas de Dados distribuídas nas principais bacias sob domínio do TO - - 10 Comitês instalados no MT - 03 Comitês instalados no DF; - 02 Comitês instalados no MA; - 06 Comitês instalados no TO; - 10 Comitês instalados em GO, - 01 Comitê instalado no PA - Programa de Consolidação do Pacto Nacional pela Gestão das Águas-Progestão - Programa Nacional de Fortalecimento dos Comitês de Bacias Hidrográficas-Procomitês

Fonte: Elaborado pela autora

Continuação Quadro 1...

Nível de Recursão	Alcance espacial	Questões Relevantes	Organismo de Instituições Influentes	Legislação Aplicável	Principais Ações
Nível 2 R2 – BHRJ	Bacia Hidrográfica Rio Javaés Sub-bacia do Rio Água Fria, Sub-bacia do Rio Loroti, Sub-bacia do rio Douradinho, Sub-Bacia do Rio Formoso ; Sub-bacia do Rio Diderô, Sub-Bacia do Rio Barreiro, Sub-Bacia do Rio Aruari e Sub-Bacia do Riozinho, Sub-Bacia do Rio Verde	- A bacia está inserida no Médio Araguaia, planície inundável, de baixa densidade demográfica e solos férteis; - A irrigação é o principal uso e responde a 48% de toda a demanda da recursão R1 - Na área de influência da bacia estão presentes uma unidade conservação e terra indígena.	ANA, SEMARH/DPGRH, Prefeituras de: Lagoa da Confusão, Pium, Formoso do Araguaia e Dueré, IBAMA, Naturatins, UFT/IAC	- Constituição Federal e Estaduais, Lei Federal 9.433/97 (Institui a PNRH), - Lei Federal 12.787/2013 (Institui a PNI) - Resolução ANA nº 411/2009 (Institui o Colegiado Gestor da RHTA)	- Projeto Javaés-Mesopotâmia: grandes projetos de irrigação - Projeto Monitoramento Remoto das Captações no Rio Javaés (GAN) - Diagnóstico técnico preliminar acerca da condição do Rio Javaés na Ilha do Bananal, 2021
Nível 3 R3 – BHRF	Sub-Bacia do Rio Formoso Sub-Bacia Rio Urubu; Sub-Bacia Rio Xavante; Sub-Bacia Rio Dueré; Sub-Bacia Escuro, Sub-Bacia Rio Pau Seco, Su-Bacia Rio Taboca, Sub-Bacia Rio Lago Verde, e Áreas Marginais ao Rio Formoso.	- Em 2007 a demanda média mensal de algumas sub-bacias superava a vazão outorgável em alguns meses do ano, principalmente no mês de agosto - Crise hídrica de indisponibilidade culminou na judicialização da BHRF.	SEMARH DPGRH CERH CBHRF DIRF APROSOJA MPE Poder Judiciário Naturatins UFT/IAC UNITINS CIM-Lago	- Constituição Estadual, Lei Estadual 1.307/2002 (instituí PERH), Decreto 2432/2005 (regulamenta a outorga), Decreto nº 687/1998 (regulamenta o CERH), Lei nº 2.089/2009 (dispõe FERH/TO), Decreto nº 4.252/2011 (instituí o CBRF), Leis Orgânicas Municipais, Planos Diretores Municipais, Deliberação CBHF 01/2015.	- Plano da Bacia Hidrográfica Rio Formoso (2007) - Fundo Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Tocantins (FERH/TO), - Comitê de Bacias Hidrográficas Rio Formoso instalado - Plano Estadual de Recursos Hídricos (PeRH), - Plano Estadual de Irrigação (PEI), - Pareceres de Câmaras Técnicas - Projeto de Monitoramento Remoto das Captações no Rio Formoso (GAN) - Estudo de cobrança pelo uso da água
Nível 4 R4- SBHRU	Micro bacia rio urubu Córrego Mambuca, Ribeirão Água Verde; Rio Tioribeiro; Córrego Brejo da Lagoa ...	- Os projetos de irrigação às margens do rio Urubu expressam a importância dos recursos hídricos no contexto econômico da bacia. -O rio Urubu drena uma região com intenso uso agrícola e por isso, o risco de que a qualidade dos recursos hídricos seja impactada por eventuais danos ambientais.	Prefeitura de Lagoa da Confusão e Pium	- Lei Complementar nº 363/2004 (institui Plano Diretor da Lagoa da Confusão) - Lei 639/2014 (revisão do Plano Diretor da Lagoa da Confusão) - Requerimento nº 130/2021 (Revisão do Plano Diretor da Lagoa da Confusão) Lei 893/2019 (institui Plano Diretor de Pium)	- Programa de Desenvolvimento do Oeste do Tocantins – PRODOEST – sinaliza o interesse do Estado do Tocantins de subsidiar um modelo que gestão do agronegócio que diminua a sazonalidade de grãos e a instabilidade dos empregos gerados. O programa conta com o potencial hídrico de diversos rios que compõem a bacia do rio Formoso, como por exemplo, o rio Urubu.

Fonte: Elaborado pela autora

Considerando o nível de recursão R0-BHAS, verifica-se que as duas maiores Bacias Hidrográficas do Continente Sul-Americano compõem o sistema hídrico brasileiro: a Bacia Amazônica e a Região Hidrográfica Araguaia-Tocantins, a última, e com especial interesse para esse estudo, está completamente situada em território brasileiro.

Neste nível de recursão destaca-se a atuação intergovernamental da Organização do Tratado de Cooperação Amazônica (OTCA). A OTCA apoia países da Bacia Amazônica promovendo a Gestão Integrada de Recursos Hídricos (GIRH) por meio do Programa de Ação Estratégica (PAE).

Oito países amazônicos são signatários do Tratado de Cooperação Amazônica (TCA): Bolívia, Brasil, Colômbia, Equador, Guiana, Peru, Suriname e Venezuela. Esses países se autodenominam como o único bloco socioambiental da América Latina, com uma ampla visão do processo de cooperação Sul-Sul.

A OTCA trabalha em diferentes dimensões: político-diplomática, estratégica e técnica, criando sinergias entre governos, organizações multilaterais, agências de cooperação, sociedade civil organizada, movimentos sociais, comunidade científica, setores produtivos e a sociedade como um todo, no âmbito da implementação do TCA.

No próximo nível de recursão R1-RHAT, encontra-se a Região Hidrográfica Araguaia-Tocantins (RHAT). O nível 6 das ottobacias, cujo principal uso consuntivo de água é a irrigação. Com cerca de 85 m³/s de captação, representa 62% da demanda total de água da região. (ANA, 2015)

Como vimos na seção 5.1.1 deste manuscrito, cinco estados da Federação (Tocantins, Pará, Goiás, Maranhão, Mato Grosso) e o Distrito Federal, possuem território nos domínios da RHAT. Todos os entes promulgaram suas legislações estaduais de recursos hídricos e também criaram seus os Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos (CERHs).

A RHTA possui trinta e dois comitês distribuídos nas bacias que a compõem, mas nenhuma agência. No Brasil, atualmente, estão vigentes oito instrumentos de parceria para a viabilização de Entidade Delegatária ou de Apoio aos Comitês de Bacias. Essas entidades, como vimos na seção 5.1.8, exercem as funções de agência de bacia e estão vinculadas aos seus respectivos comitês.

Na RHAT, desde 2009 as funções da gestão operacional da GIRH estão sob a responsabilidade de um Colegiado Gestor, coordenado por representantes da ANA e das

Secretarias de Estado de Recursos Hídricos das seis unidades federativas abrangidas pela RHAT.

No nível de recursão seguinte R2-BHRJ encontra-se a Bacia Hidrográfica do Rio Javaés (BHRJ), cujos domínios territoriais compreendem os estados do Tocantins e Goiás. De modo que a coordenação estratégica da GIRH é de responsabilidade da ANA em parceria com os órgãos gestores e poder outorgantes de ambos estados.

O principal uso identificado é a irrigação de culturas agrícolas. Segundo dados do Censo Agropecuário (IBGE, 2017) a bacia é responsável pela produção de 86% do arroz e 64% do feijão do Tocantins

Esta bacia, segundo SEMARH (2021), tem apresentado severa redução do volume de água nos últimos anos, tornando-se fato público e notório que o rio deixou de ser perene em alguns trechos. O “Diagnóstico técnico preliminar acerca da condição do Rio Javaés na Ilha do Bananal”, elaborado pela DPGRH da SEMARH no segundo semestre de 2021, destaca que aproximadamente 65 Km do rio Javaés teve seu fluxo praticamente interrompido.

No nível recursivo R3-BHRF encontramos, o que o VSM convencionou denominar, a organização em foco ou o sistema em foco. Nesta pesquisa, adotaremos organização em foco quando nos referirmos ao nível de recursão R3-BHRF. Esta informação será necessária para a próxima fase do diagnóstico, quando procederemos a decomposição horizontal da complexidade.

Conforme descrição detalhada na seção 5.1.5, a BHRF também tem na irrigação seu principal uso consuntivo da água. Verificamos, na seção 5.1.8.1, que a incompatibilidade entre a demanda e a disponibilidade hídrica para irrigação deflagrou conflitos e motivou a intervenção judicial na BHRF.

Neste ponto, é interessante destacar algumas informações sobre o estado do Tocantins. O ente mais jovem da Federação Brasileira, estabeleceu seu sistema político-administrativo, recentemente, no processo de redemocratização do Brasil. Precisamente, em 1988 com a promulgação da Constituição Cidadã. Em seu emblema heráldico está inscrito em Tupi "CO YVY ORE RETAMA" — Esta Terra é Nossa.

Segundo dados do Ministério da Economia, em 2021 o Tocantins se classificou como o décimo sexto estado brasileiro no ranking das exportações e o vigésimo nas importações, com um superávit de US\$ 1,2 bilhão de dólares. (BRASIL, 2021)

Segundo dados do IBGE (2017) a BHRF é responsável por 96% da produção de arroz e 64% da produção do feijão do Tocantins. Também se encontra em crescimento no estado o cultivo de frutas tropicais, em especial a melancia, o abacaxi e a banana.

Nos trinta e dois anos de sua criação, o Tocantins estabeleceu instituições importantes. A Política Estadual de Recursos Hídricos (PERH), como vimos na seção 5.1.7, é um marco para estado. A Lei nº 1.307/2002, em seu Art. 2, impõe a gestão descentralizada, com a participação do poder público, dos usuários e das comunidades. Para tanto, institucionaliza o Sistema Estadual de Gestão dos Recursos Hídricos (SEGRH) e as OBHs, como o CERH e os CBHs.

Da mesma forma, por meio da Lei nº 261/1991, o Tocantins estabeleceu sua Política Estadual de Meio Ambiente (PEMA) tendo a participação popular na gestão ambiental como premissa. A exemplo do CERH a Lei nº 1.789/2007 dispõe sobre o Conselho Estadual de Meio Ambiente (COEMA) como a instância superior normativa, consultiva, e deliberativa para resolução de conflitos. A política ambiental vem sendo implementada, de forma gradativa e já regulamentou instrumentos importantes como o Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE), Licenciamento Ambiental (LA) e o Cadastro Ambiental Rural (CAR).

Na última recursão desta decomposição, encontramos R4-SBHU, as microbacias do sistema hídrico em estudo. Nesta recursão, destaca-se, que a principal ação projetada consiste na construção de barramentos de regularização e de nível das principais subbacias dos rios Dueré, Riozinho, Xavante, Pium, Urubu e Formoso, além da execução dos planos diretores municipais.

No tocante ao Poder Público Municipal, por enquanto, a principal função no SEGRH, é a de compor CBHs, seja como representante do poder público ou usuário; uma vez que não há previsão legal regulamentada de gestão direta dos corpos hídricos nos domínios de seu território.

Seguindo o que preconiza o VSM, após identificação da estrutura geral do sistema hídrico, bem como dos principais aspectos e fatores de incremento da complexidade da GIRH - considerando a divisão lógico-hierárquica das subbacias -, neste ponto do diagnóstico, volta-se à atenção para a **organização em foco**: o nível recursivo R3-BHRF.

6.1.2 Decomposição horizontal da complexidade

O mapeamento apresentado na Figura 50 revela a arquitetura sistêmica do *framework* institucional formal da organização em foco. O mapeamento é um registro da situação atual da governança dos recursos hídricos na BHRF, o nível R3-BHRF encontrado no trabalho de decomposição vertical da complexidade.

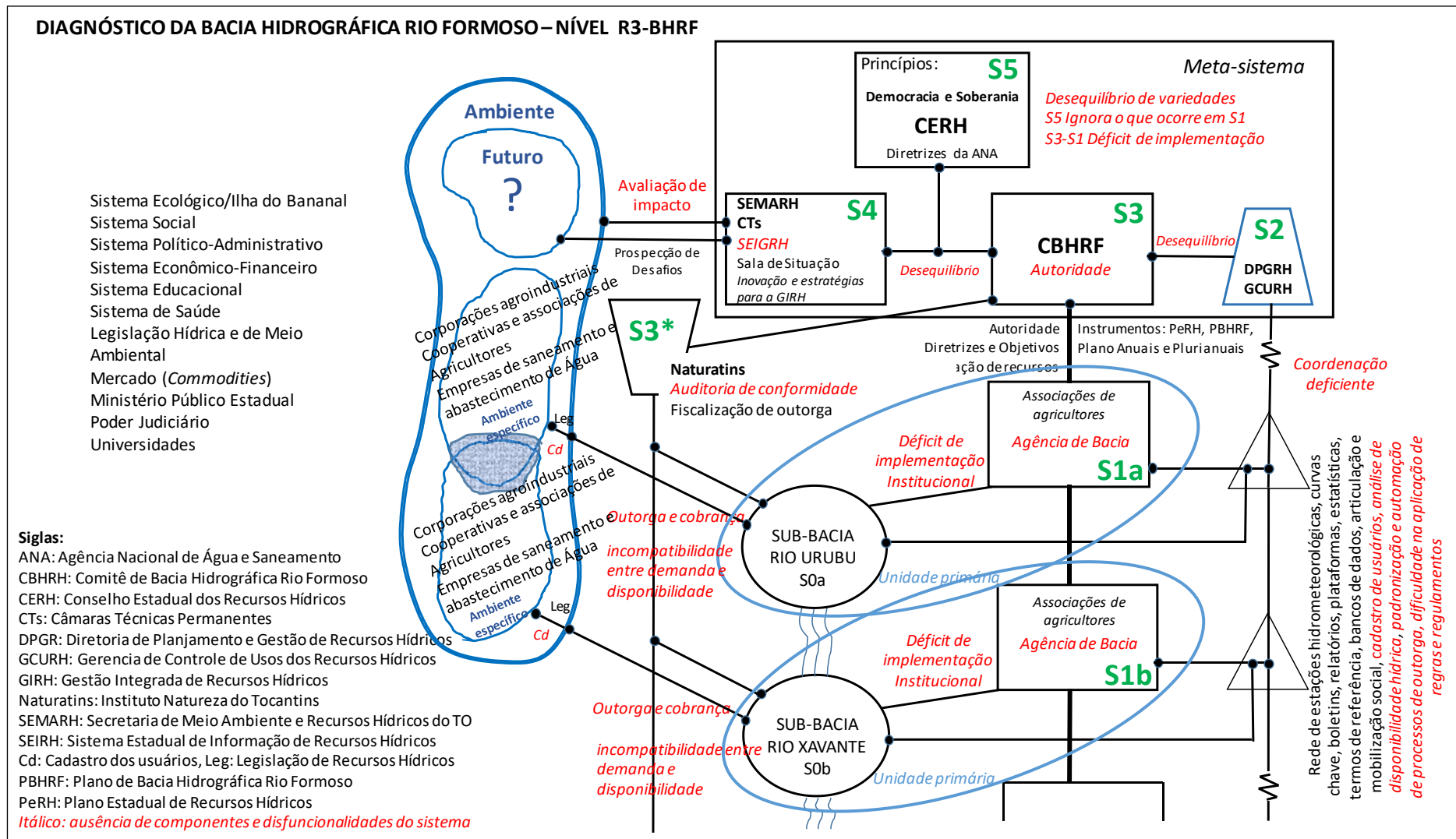
No diagrama o leitor poderá observar a constelação de atores organizacionais que atuam no âmbito da GIRH na BHRF, dispostos segundo arquitetura e funções dos cinco sistemas do VSM. Na seção 3.2.2 deste manuscrito, os cinco sistemas foram apresentados com ênfase nestes aspectos.

Além disso, as conexões entre esses sistemas foram analisadas especificamente, por exemplo, S1-S3, S3-S4, etc. Na seção 3.2.2.7 o leitor poderá retomar os conceitos sintetizados por esta pesquisa sobre os canais de comunicação do VSM.

Para obtenção do diagnóstico, como vimos na seção 4.3, foram analisados documentos oficiais, tais como atas, pareceres e notas técnicas, contratos, relatórios, peças de processo judicial, etc. A observação participante nas reuniões ordinárias do CBHRF, do CERH, na oficina da ANA, assim como em audiência pública da ACP, foi essencial para uma visão dos principais atores organizacionais em interação.

As entrevistas com os principais atores integrantes das organizações identificadas no mapeamento da Figura 50, também subsidiaram buscas por documentos, contribuíram com depoimentos e esclareceram dúvidas.

Figura 50. Mapeamento da situação atual da governança dos recursos hídricos



Nota: Template, gentilmente, cedido pelo Prof. Dr. Markus Schwaninger

Fonte: Elaborado pela autora

6.1.2.1 Ambiente - A

No Capítulo V deste manuscrito, fornecemos ao leitor uma visão ampla sobre os principais aspectos hídricos, ecológicos, demográficos, socioeconômicos, de instituições formais que caracterizam o ambiente identificado na organização em foco.

A partir da caracterização e das inter-relações identificadas nos diferentes níveis de recursão do sistema hídrico em estudo é possível constatar que a BHRF experimentou grandes mudanças nas últimas décadas.

Os incentivos da reforma política, introduzidos pela Lei das Águas, bem como as mudanças da governança, contribuíram para o aumento considerável da complexidade na escala da bacia. A GIRH é, evidentemente, um aspecto associado ao aumento da complexidade na BHRF.

O desenvolvimento de sistemas de gerenciamento de recursos hídricos, visando solucionar os conflitos resultantes do uso intensivo da água, como vimos na seção 3.1.2 e 3.1.3, tem provocado importantes reformas institucionais, jurídicas, políticas, técnicas e administrativas exigindo mudanças na governança em todo mundo.

Neste sentido, no âmbito da BHRF, gestores e tomadores de decisão se deparam com problemas complexos cujas soluções não são triviais. A incompatibilidade entre a demanda e a disponibilidade hídrica, destacada no mapeamento da Figura 50, é um problema que também emerge nos demais níveis recursivos do sistema hídrico em estudo.

Além disso, as incertezas sobre o clima, exigem esforços relevantes e programáticos para a mitigação e a adaptação das áreas úmidas, como são conhecidas as várzeas da BHRF. Na seção 5.1.2 vimos que a BHRF está localizada na área de influência direta da Ilha do Bananal, que além de uma UC integral e Sítio Ramsar, é também terra dos povos Inj.

Se ainda considerarmos o fato, de que esses, e muitas outras questões da BHRF também estão inter-relacionadas, como por exemplo o mercado de *commodities* e o sistema econômico-financeiro, acrescenta-se ainda mais complexidade a ser gerenciada.

Por tudo isso, tomaremos o primeiro princípio da organização, enunciado por Beer (1985), para afirmar que a primeira e mais importante variedade que a organização em foco deve processar é a variedade de seu ambiente.

Deve se pontuar que pelo primeiro princípio das organizações, Beer (1985) ensina que a variedades gerenciais, operacionais e ambientais, difundidas por um sistema

institucional, tendem a se equiparar. E reforça: “os sistemas devem ser projetados para fazê-lo com o mínimo de danos e custos às pessoas; e a ignorância pode ser um atenuador letal da variedade”.

Como vimos na seção 2.3.1.1, variedade é um termo técnico, uma medida de complexidade. Para Schwaninger (2019) também é um sinônimo de repertório de comportamentos. Nesta pesquisa faremos uso do conceito de variedade para uma avaliação dos diversos graus de complexidade que envolvem a GIRH.

Utilizamos esse conceito, assim como Lassl (2019b), Pérez-Ríos (2012) e Schwaninger (2009) não para medir com precisão seu valor em cada caso, mas para esclarecer as dimensões dos desafios da governança dos recursos hídricos.

Para compreender os mecanismos disponíveis para a nossa organização em foco lidar com a complexidade da GIRH, empregaremos, além do conceito de variedade, a Lei da Variedade Requerida: “apenas variedade pode absorver variedade”, apresentada ao leitor nas seções 2.3.1.1 e 3.1.4 deste manuscrito.

Do ponto de vista da gestão, a Lei da Variedade Requerida implica que para fazer face à enorme complexidade que emerge do ambiente; a organização em foco deve ser capaz de desenvolver capacidade institucional para lidar com a variedade requerida nas operações de produção de propósito, pelas quais os gestores são responsáveis.

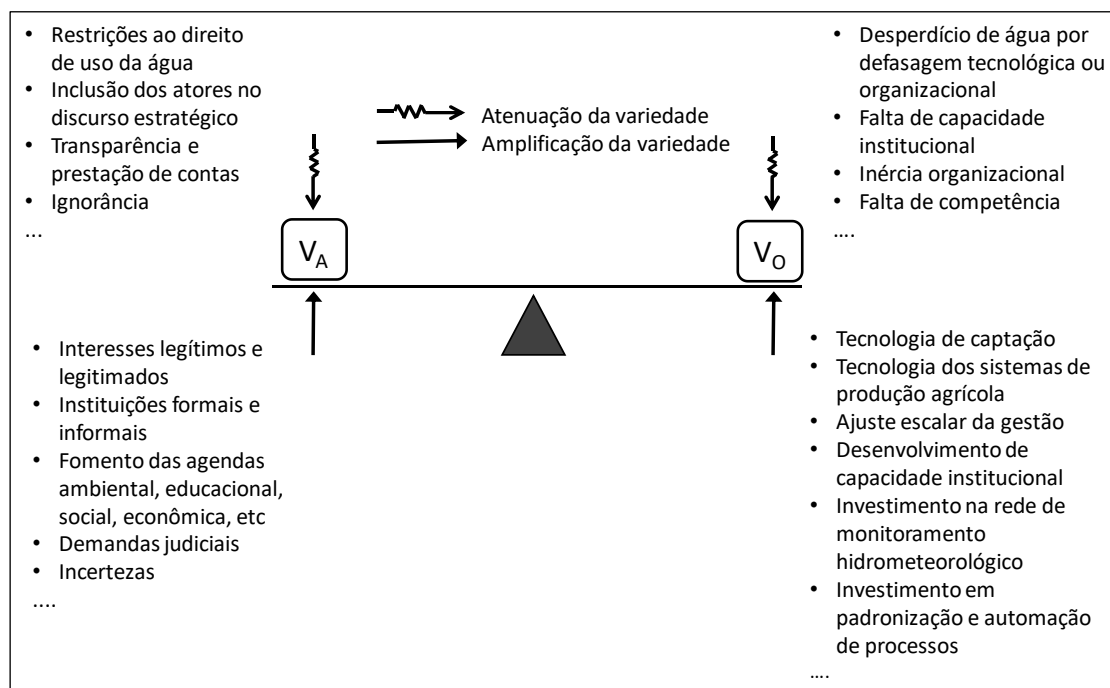
O diagrama da Figura 51 apresenta um recorte da complexidade envolvida na GIRH da organização em foco. No VSM, o estudo da complexidade é desenvolvido por meio da identificação dos mecanismos que são, por um lado, “atenuadores” da variedade e, por outro, “amplificadores” da variedade.

No diagrama é possível observar, por exemplo, que as mudanças no *framework* institucional formal, consideradas para implementação da GIRH na escala da bacia, amplificam a variedade do ambiente.

Assim como os incentivos econômicos, não-econômicos e as incertezas sobre todos os processos que envolvem a determinação precisa da demanda e da disponibilidade hídrica na BHRF, também amplificam a variedade do ambiente.

Novas legislações, novas regras e regulamentos, mudanças tecnológicas, sociais ou ambientais aumentam a complexidade do ambiente, o que requer da organização em foco amplificação da variedade operacional requerida. O incremento da complexidade entre ambiente e organização está representado no mapeamento da Figura 50 como Leg.

Figura 51. Mecanismos atenuadores e amplificadores da complexidade da GIRH



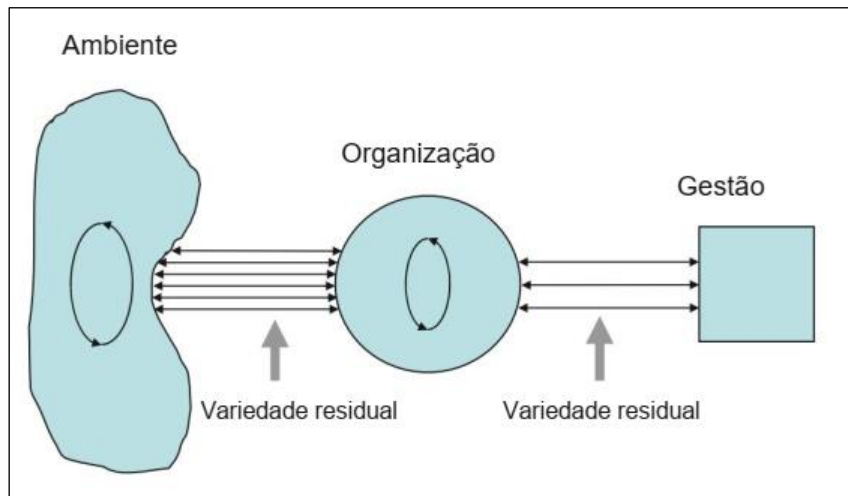
Fonte: adaptado e modificado de Schwaninger (2022)

Como vimos anteriormente, os incentivos institucionais são as determinantes subjacentes do desempenho de longo prazo das economias. No VSM, esses incentivos podem ser considerados como mecanismos atenuadores da variedade ambiental. Em nosso estudo de caso estão associados às mudanças no *framework* institucional formal que impõem restrições ao direito de uso da água; assim como a inclusão dos atores no discurso estratégico e a transparência na prestação de contas da GIRH.

Pérez-Ríos (2012) e Schwaninger (2009) destacam um ponto importante ao se manejar a complexidade do ambiente. Para os autores nem toda a variedade relevante deve ser atendida pela organização, pois parte dela será absorvida por elementos do próprio ambiente. Por exemplo, a regulação do mercado de *commodities* que opera no ambiente da organização em foco.

Nesta situação, a organização deverá processar apenas o que Espejo (1989) chama de variedade residual, vide o diagrama da Figura 52. Em Beer (1985) encontramos que o interesse da governança pelo ambiente é mediado pelas próprias operações que ali realiza. No caso da organização em foco a GIRH para a sustentabilidade dos recursos hídricos, com desenvolvimento econômico e equidade social.

Figura 52. Variedade residual



Fonte: Espejo (1989)

Neste estudo de caso, observa-se que a incompatibilidade entre a demanda e a disponibilidade hídrica é um indicador de deficiências nos mecanismos de amplificação da variedade operacional requerida da organização em foco para o processamento da variedade residual da demanda de água para usos múltiplos. Por exemplo, as deficiências percebidas nos sensores de informação que processam os cadastros de usuários e os processos de padronização e automação da outorga de direito de uso da água.

Como veremos, a ausência de mecanismos eficazes para manejar a complexidade do ambiente compromete as operações simultâneas da GIRH nos diferentes níveis de gestão da organização em foco. No VSM, isto tem implicações para o controle intrínseco da organização na escala da BHRF.

6.1.2.2 Unidades operacionais elementares – S0

Na seção 3.2.2.1, vimos que no VSM as unidades operacionais elementares englobam todas as atividades primárias e processos que estão diretamente relacionados à produção do propósito da organização, seja um produto ou serviço.

Por meio do trabalho de decomposição dos níveis recursivos do sistema hídrico em estudo, identificamos que a recursão R3-BHRF, nos termos do VSM, possui 8 unidades operacionais elementares, distinguidas por suas sub-bacias principais: sub-bacia Escuro (ESC), sub-bacia Pau Seco (PAS), sub-bacia Taboca (TAB), sub-bacia Xavante

(XAV), sub-bacia Dueré (DUE), sub-bacia Lago Verde (VER), sub-bacia Urubu (URU) e Áreas Marginais ao Rio Formoso (FOR).

A partir da caracterização dos principais usos água, na seção 5.1.5, vimos que nas unidades operacionais elementares da organização em foco, com exceção do uso de água para a irrigação, os demais usos consuntivos, e, também, os não consuntivos, são insignificantes.

Entretanto, na seção 5.1.5.2, verificamos que as unidades operacionais XAV, ESC e PAS possuem sedes municipais com nível de alerta crítico no que se refere aos sistemas produtores e de abastecimento de água, se considerado o ISH-U estabelecido pela ANA (2021a). Destaca-se que ESC e PAS são bacias de cabeceira.

Observamos na seção 5.1.5.1, que a demanda de água para irrigação se concentra, principalmente, no médio e baixo curso do rio Formoso. Na região que abrange as unidades operacionais elementares URU, XAV, VER e FOR, a demanda chegou a superar 186,7%, da vazão outorgável nos meses de julho e agosto de 2007.

Ao tratarmos da política estadual de irrigação no Tocantins, na seção 5.1.6, vimos que os planos, as regras e os instrumentos ainda não foram formalmente institucionalizados. As diretrizes, atribuições e competências sobre a gestão e a operacionalização dos instrumentos da política de irrigação ainda carecem da devida regulamentação, dificultando o processo de tomada de decisão quanto as prioridades de investimentos público e privado no setor.

Além disso, observamos que grandes projetos para o desenvolvimento da produção agrícola irrigada, estão implantados nos ambientes específicos das unidades operacionais elementares.

Na seção 5.1.6.2, identificamos um programa específico para região das várzeas, cujo objetivo principal era direcionar esforços para a melhoria da infraestrutura das áreas de produção irrigada. Do levantamento realizado por esta pesquisa identificou-se que o Prodoeste não chegou a ser implantado.

De outro modo, observamos que as reformas institucionais para a GIRH, apresentadas na seção 5.1.8, distinguidas aqui pela promulgação da Lei nº 1.307/02 e formalização do Sistema Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (SEGRH), implicaram incremento da densidade organizacional para a governança na escala da bacia.

Portanto, se inicialmente, as unidades operacionais elementares se conectavam, principalmente a órgãos de um único nível e setor, agora são cada vez mais demandadas a desenvolver interações com organizações de vários níveis, que estão hierarquicamente

integradas para a gestão dos recursos hídricos. Tratamos dos desafios e implicações do incremento da densidade organizacional na escala da bacia na seção 3.1.2.1.

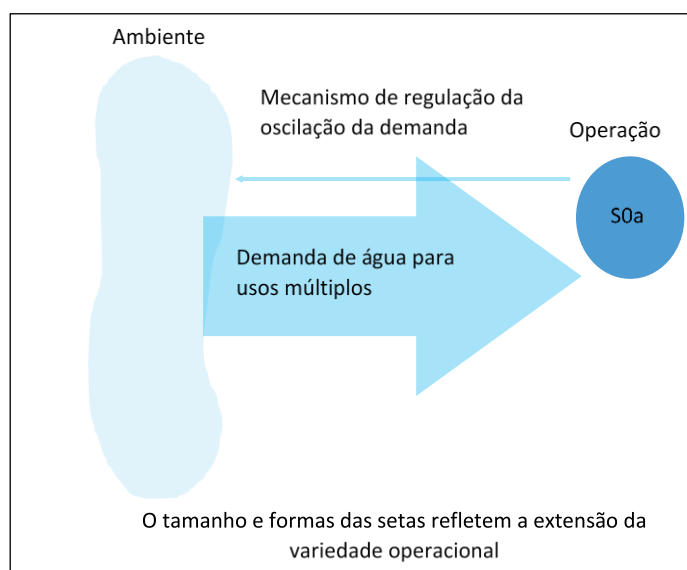
Neste sentido, nos termos do VSM, podemos inferir que a incompatibilidade entre a demanda e a disponibilidade hídrica para irrigação nas unidades primárias do médio e baixo curso do rio Formoso, está associada à uma deficiência identificada na transdução do canal de comunicação entre as unidades operacionais elementares e seus ambientes específicos.

Como veremos a seguir, essa deficiência ocorre, porque a organização em foco não dispõe da variedade operacional requerida para fazer frente às oscilações das variedades proliferantes do ambiente. Dito de outra forma, **a organização em foco não dispõe de mecanismos suficientes que atenuem as oscilações decorrentes das incertezas sobre o incremento da demanda de água para os usos múltiplos dos recursos hídricos.**

6.1.2.3 Ambiente específico < - > S0

O diagrama da Figura 53 é uma representação do canal de comunicação entre as unidades operacionais elementares e seus ambientes específicos. No mapeamento do VSM (Figura 50), o referido canal está identificado como Cd.

Figura 53. A variedade operacional comparada com a variedade ambiental



Fonte: adaptado e modificado de Lassl (2019b)

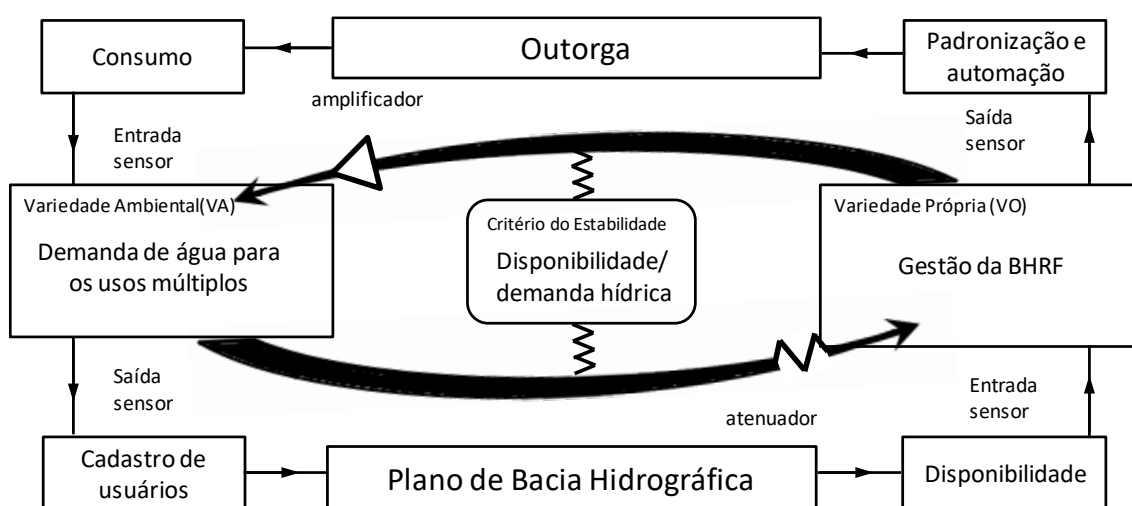
Na organização em foco a outorga de direito de uso da água funciona como um atenuador da variedade requerida pelo ambiente. O mecanismo identificado no *framework* institucional formal da GIRH reduz a expressão impraticável e antieconômica da demanda para o alcance possível da capacidade hídrica das operações das unidades primárias da BHRF.

Contudo, a incompatibilidade entre demanda e disponibilidade hídrica informa que as unidades primárias da organização em foco possuem variedade operacional abaixo do limiar da resposta requerida pelo ambiente.

A baixa variedade operacional é uma disfunção identificada na capacidade da operação da organização em foco processar o número de estados possíveis de que precisa para manter a demanda e a disponibilidade hídrica reguladas. A falta de capacidade institucional para processar a variedade residual decorrente das operações da BHRF, compromete o nexu água, alimento e energia.

O esquema da Figura 54 especifica um sistema de equilíbrio entre operação e ambiente. Na concepção do VSM, a homeostase, ou seja, o processo regulatório interno, que possibilita a estabilidade da organização em foco, é determinado pelos limites da organização, pelos sensores e a segmentação do ambiente.

Figura 54. Homeostato da demanda e disponibilidade hídrica



Fonte: elaboração da autora

Do levantamento realizado por esta pesquisa, observa-se que as prioridades para outorga de direitos de uso de recursos hídricos, as metas de racionalização, além das áreas

sujeitas à restrição de uso, foram, devidamente, tratadas no Plano de Bacia Hidrográfica Rio Formoso (PBHRF).

As metas do plano foram construídas a partir de três componentes principais, a saber: i) desenvolvimento setorial; ii) gestão; e iii) apoio à implementação do plano. No Apêndice 7 o leitor poderá conferir o quadro dos componentes, objetivos e prioridades estabelecidas no PBHRF.

Observa-se que no componente de gestão, o desenvolvimento e implementação dos instrumentos da GIRH, tais como o cadastro de usuários, outorga e fiscalização dos usos das águas, foram definidos como prioritários e com meta de implantação para 2015.

Por outro lado, as motivações constantes no processo de judicialização da BHRF informam que a regularização do cadastro de usuários, a determinação da disponibilidade hídrica; assim como o desenvolvimento de um sistema de apoio à decisão para emissão da concessão de outorga, ainda não foram devidamente implantados no âmbito da operação das unidades primárias da organização em foco.

A análise do canal de comunicação indica baixa capacidade de transdução das informações dos mecanismos de amplificação da variedade operacional da organização em foco. A deficiência informa que a operação não atende suficientemente os condicionantes que especificam as restrições quantitativas e qualitativas estabelecidas no *framework* institucional formal da GIRH, entre eles: os diferentes usos ao longo do tempo e do espaço, e a sustentabilidade do sistema hídrico.

Segundo Lassl (2019b), conflitos recorrentes costumam ser um indicador da falta de funções vitais de outros sistemas do VSM. Neste contexto, emerge uma disfunção organizacional que Pérez-Ríos (2012), curiosamente, chama de “bestas autopoieticas”. A metáfora refere-se ao comportamento desordenado e fragmentado das unidades primárias da organização, no qual os objetivos individuais são a única razão de ser.

6.1.2.4 Gestão Local - S1

Lassl (2019b), Pérez-Ríos (2012), Schwaninger (2009) e Beer (1985) afirmam que ambiente e organização formam um sistema mutuamente responsivo. Para os autores uma organização se torna disfuncional, se, por exemplo, seus limites/fronteiras não estão claros, porque corre o risco de se diluir no ambiente.

Na organização em foco, verifica-se que a distinção de seus limites e o ambiente não está clara. Observa-se que o S1 sofre implicações decorrentes da forte influência do ambiente e ambientes específicos no gerenciamento das atividades de propósito da organização em foco. Não está claro de quem é a responsabilidade pelo gerenciamento das unidades primárias.

Pérez-Ríos (2012) e Schwaninger (2009), afirmam que um dos requisitos para a viabilidade e o bom funcionamento do S1 é a autonomia suficiente para lidar com a complexidades nas linhas de frente em que emerge. Entretanto, no mapeamento da Figura 50, constata-se um déficit de implementação do *framework* institucional formal da GIRH pela ausência da gestão local do S1, representada pela Agência de Bacia (Agb)

O déficit do S1 pode ser analisado como uma clássica patologia organizacional identificada por Beer (1985), Schwaninger (2009), Lassi (2019b) Pérez-Ríos (2012) que compromete a delimitação ou distinção entre o que é organização e o que é ambiente. E, como vimos na seção 3.2.3, na concepção do VSM, um ambiente só é ambiente, e uma organização só é uma organização, quando esses limites podem ser distinguidos.

Observa-se que a organização em foco é dominada pelas unidades operacionais elementares do S1, que, como veremos adiante, ainda não estão, suficientemente, equipadas com elementos de coordenação (S2), componentes integradores (S3 e S3*), órgãos de adaptação (S4 e S4-S3), e aqueles que indicam identidade, missão, etc. (S5).

Destaca-se aqui que diante da ausência da comunicação e do controle operacional do S1, as organizações podem constituir instituições informais, que conforme discutimos na seção 3.1.2, incluem regras que não são, explicitamente, criadas pela ação coletiva e nem formalmente implementadas por organizações responsáveis pela GIRH na organização em foco.

Como vimos no Box 6, a AgB não tem responsabilidade na regulação dos usos e deve, principalmente, induzir ou executar ações necessárias à reprodução e manutenção dos serviços hídricos. Concebida para executar as atividades operacionais da GIRH, a AgB é responsável pela prestação dos serviços que incluem, do diagnóstico da situação atual da organização em foco, ao monitoramento e produção de informações sobre suas unidades operacionais elementares.

Nos termos do VSM a AgB cumpre a função de gestão local do S1. Isto é, tem a função primordial de execução das ações normativas e estratégicas, deliberadas nas instâncias superiores de governança da organização em foco.

O déficit institucional, é um tipo de patologia que, Lassl (2019b) denomina “*talk the talk*”. Geralmente encontrada em organizações onde se fala de projetos, produtos e possíveis benefícios para o ambiente, mas onde as falas não se concretizam. Os produtos ou projetos existem como intenções, ideias e imaginações, sem resultados concretos - muitos planos, mas nenhuma ou apenas execução limitada.

Este é um ponto crítico para a organização em foco, senão vejamos o que diz a OCDE em seu relatório sobre a governança multinível das águas no Brasil:

As decisões sem o poder de fazer cumprir minam a credibilidade das instituições, a eficiência e a efetividade da governança da água. O Brasil precisa ser cauteloso sobre os custos de transação, e a criação de comitês de bacia e agências deve ser precedida de uma avaliação criteriosa para garantir que os benefícios, não apenas em termos monetários, mas também das dimensões sociais, justifiquem os custos. A água gera a militância social por estar diretamente ligada às necessidades sociais, redução da pobreza e desenvolvimento econômico. Essa mobilização social em torno da água pode ser positiva se gerar soluções viáveis e tecnicamente robustas. Caso contrário, apenas espalha ilusões que acabam em frustração. (OCDE, 2015 p. 88)

Conforme discutimos na seção 3.1.2, se reconhece aqui que a legislação e os regulamentos são relativamente fáceis de se elaborar e aplicar, mas garantir às partes interessadas cumpri-los requer mudanças de regras institucionais, que segundo Ostrom et al. (1994) possuem custos diferentes, sendo as regras constitucionais as que tem mais alto custo de mudança.

Do que se observa na organização em foco os custos das mudanças institucionais para implementação da gestão local do S1, como veremos mais adiante, estão associados às regras de escolha operacional.

Os esforços para implementação da gestão local da organização em foco, constituem parte das atribuições legais das instâncias da GIRH. Os estudos produzidos em 2013 para o estabelecimento da cobrança de uso da água na BHRF foram objeto do contrato entre SEMARH e BIRD e é um passo importante para viabilizar a AgB. (SDP N° 002/SEMADES/2013/BIRD/PDRIS).

O relatório final apresenta comparações entre metodologias de cobrança adotada no país; proposição de metodologias de cobrança e simulação do potencial de arrecadação com seus respectivos impactos nas principais atividades econômicas.

Os resultados em termos de arrecadação potencial para cada uma das simulações realizadas (preço da captação e preço da DBO) são apresentados na Tabela 8, assim como as arrecadações por setor usuário.

Tabela 8. Valores de cobrança pelo uso da água na BHRF, homologados em 2015 pelo CBHRF e CERH

Setor usuário	Valores R\$
Preço da captação (R\$/m ³)	0,15
Preço da DBO (R\$/Kg)	0,16
Irrigação	516.936
Abastecimento	152.915
Indústria	1.266
Mineração	5.240
Animal	21
Piscicultura	309
Outros	279
Total	676.966,41

Fonte: SEMARH (2013)

Segundo a ANA (2014) na primeira etapa da implantação, os valores arrecadados pela cobrança tendem a ser baixos, tanto pelo ineditismo da experiência como pela necessidade de serem aprovados pelos próprios usuários-pagadores.

A Lei 9.433/1997 ainda estabelece que as OBHs têm a competência de deliberar sobre o tema. Assim, o estudo que define os mecanismos e valores de cobrança, foi aprovado em deliberação do CBHRF (S3) e registrado pelo Ato CBH-Formoso nº 04/2015. Da mesma forma, por meio da Resolução CERH nº 056/2015 o referido estudo foi aprovado em deliberação do CERH (S5).

Consta na Nota Técnica 001/2020 da SEMARH, que as ações de competência do órgão gestor (S4) e do poder outorgante (S3*) não foram plenamente executadas. Essas ações são referentes à efetivação da cobrança junto aos usuários.

A Nota Técnica, explica que as ações para implementação da cobrança de uso da água seguem programação conforme diretrizes da ANA. Dentre as quais destaca-se a devida conclusão das regras operacionais de:

- Campanha para cadastro de usuários (ratificação) e regularização de usos;
- Formalização do contrato de gestão a ser celebrado entre a SEMARH e a entidade delegatária de funções de agência de água da bacia; e
- Publicação de ato administrativo final pelo Naturatins ou por decreto do Chefe do Executivo.

De acordo com o artigo 22 da Lei nº 9.433 somente 7,5% dos recursos financeiros efetivamente arrecadados podem ser utilizados na implantação e no custeio administrativo do sistema de gerenciamento, nele incluído o comitê, a agência e o poder outorgante.

Esse é o critério objetivo estabelecido para julgar a exigida sustentabilidade financeira da AgB. Do levantamento realizado, observou-se que foram previstos os exatos 7,5% para o custeio do sistema de gerenciamento da BHRF. Contudo, como vimos na seção 5.1.8.3, recursos do Fundo Estadual de Recursos Hídricos do Tocantins (FERH) também podem ser utilizados para a manutenção de estruturas de apoio do SEGRH.

A rigidez legal é um incentivo à eficiência da GIRH. Contudo a ANA (2014) declara que dada a incipiência da política, a rigidez tem representado um grande obstáculo ao desempenho das atribuições legais da AgB.

Assim, o déficit de implementação da AgB é uma disfunção na arquitetura da organização em foco a ser superada e que deverá exigir esforços para adaptação. Porque conforme o VSM, sem a gestão local o S1 não é capaz de incorporar em sua rotina a eficiência na aplicação dos recursos técnicos e financeiros à sua disposição. Bem como não pode cumprir com eficácia as metas do PBHRF, e os resultados planejados pelas demais instâncias da GIRH.

6.1.2.5 Coordenação – S2

Como vimos na seção 3.2.2.2, nos termos do VSM as organizações emergem quando vários S1 são combinados e exigem uma função de controle de ordem superior distinta que visualize os S1 em sua totalidade. A função de ordem superior é chamada de meta-sistema e possui três domínios: o operacional, o estratégico e o normativo.

No VSM, o S2 integra o meta-sistema operacional das organizações. Para Lassl (2019b), o S2 é o pilar da organização, seu objetivo é aumentar a autonomia de S1 e sua interação, vide o mapeamento da Figura 50.

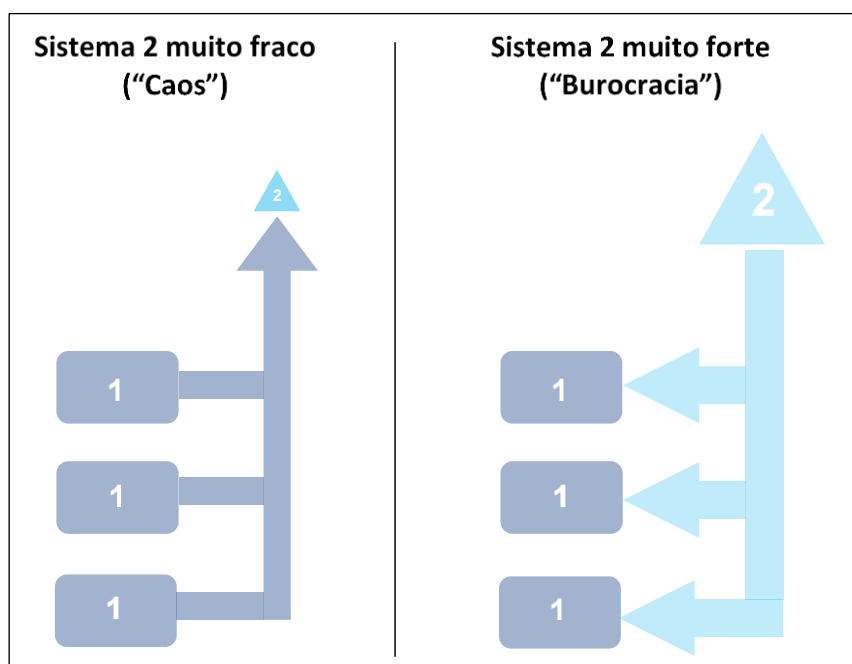
Na organização em foco, o S2 se manifesta por meio das regras e instruções padronizadas sobre a outorga de direito de uso da água para os usos múltiplos, sob a responsabilidade da Gerência de Controle de Usos dos Recursos Hídricos (GCURH), por exemplo. Ou por meio da coordenação dos planos operacionais, tais como o adensamento da rede hidrometeorológica e a consistência das séries históricas de vazão da BHRF, sob

responsabilidade da Diretoria de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (DPGRH). No Box 4 o leitor poderá retomar as funções da DPGRH e na página 158 as funções da GCURH.

Como vimos, o déficit institucional da AgB compromete os mecanismos de amplificação da variedade operacional requerida do S1 e desestabiliza o sistema de equilíbrio entre demanda e disponibilidade hídrica para os usos múltiplos. Para Pérez-Ríos (2012), a existência de problemas resultantes das interações entre as unidades operacionais elementares do S1 é indicador de disfunção do S2.

Ao observarmos o diagrama da Figura 55 veremos que as organizações podem desenvolver duas disfunções na arquitetura de S2. Essas disfunções foram identificadas por Lassl (2019), Pérez-Ríos (2012) e Schwaninger (2009) e são frequentemente encontradas nas organizações.

Figura 55. Disfuncionalidades encontradas no S2



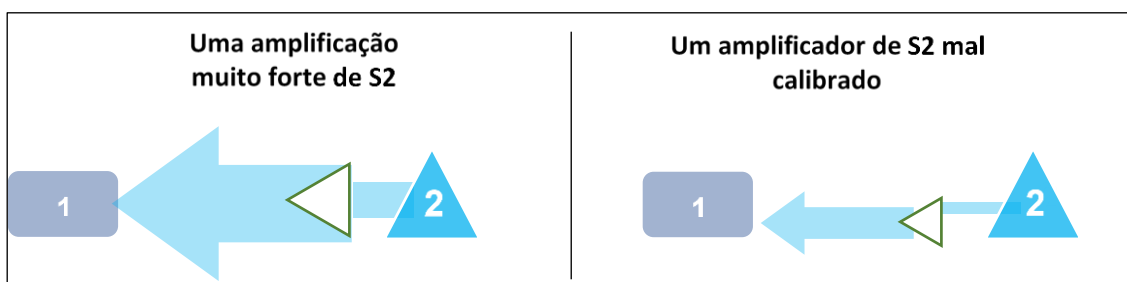
Fonte: adaptado de Lassl (2019b)

Um tipo de disfunção ocorre quando o S2 responde à variedade residual do ambiente implementando mais regras e procedimentos que dificultam e inviabilizam as operações da organização. Para Lassl (2019b), Pérez-Ríos (2012) e Schwaninger (2009), isso está diretamente relacionado com o aumento da burocracia nas organizações.

De outro modo, observa-se que na organização em foco as regras são fracas e não refletem as especificidades requeridas pelas unidades operacionais elementares. Assim, o devido suporte do S2 ao S1 torna-se ineficaz. Porque as regras e os procedimentos sobre a outorga de direito de uso da água, por exemplo, estão disponibilizados por meio dos Termos de Referência (TR) para os diferentes tipos de usos, mas o PBHRF, o PeRH e o estudo sobre a cobrança apresentam alerta sobre necessidade de regularização dos cadastros de usuários e das outorgas.

No diagrama da Figura 56 o leitor poderá obter uma visão abstrata da disfunção no amplificador da variedade do S2. Na organização em foco os gestores devem estar atentos a este tipo de disfunção, porque o ambiente muda constantemente, e novas leis, regras, inovações tecnológicas, etc., amplificam a variedade ambiental, exigindo do S2 um constante aprimoramento para atenuar a variedade requerida na coordenação das operações da organização em foco.

Figura 56. Restrições à intenção de S2 de coordenar S1 de forma eficiente



Fonte: adaptado de Lassl (2019b)

Se o leitor observar novamente o mapeamento da Figura 50, poderá verificar que o déficit institucional na gestão local do S1 e a deficiência nos canais de comunicação com os centros reguladores locais pouco desenvolvidos na operação da organização em foco, deixa muita variedade residual chegar ao S2. Essa variedade residual que não é filtrada pela gestão local do S1, sobrecarrega as funções de coordenação do S2.

Este é um desafio para a coordenação das operações na organização em foco. O S2 enfrenta dificuldades porque precisa encontrar instrumentos de coordenação apropriados para lidar com muitos e diferentes aspectos do S1, e ao mesmo tempo não dispõe da infraestrutura necessária de seus centros reguladores locais.

Em Pahl-Wolst (2020), encontramos que a tomada de decisão no âmbito da GIRH é moldada por *frameworks* regulatórios incluindo normas técnicas e prescrições legais, cujas informações são definidas por técnicos especialistas. Isto requer do S2 da organização em foco mecanismos compatíveis com os desafios de ajuste, estratégia e integração da coordenação na escala da bacia.

Sem um filtro o S2 fica sobrecarregado, e pela complexidade envolvida na coordenação horizontal e vertical dos instrumentos da GIRH apresenta dificuldade para aplicar regras que se adequem e satisfaça todos os aspectos e possíveis eventos da organização em foco.

Observa-se que a ausência de calibragem no amplificador da variedade operacional requerida do S2, seja por meio dos dispositivos de aferição de demanda e disponibilidade hídrica dos seus centros reguladores locais, ou da padronização e automação dos procedimentos de outorga, debilita a coordenação, bem como é prejudicial às intenções do S2 na organização em foco. Neste caso, conforme ensina Lassl (2019b), é necessário redefinir as prioridades de S2.

Diferente da área operacional, segundo Lassl (2019b), no domínio do meta-sistema as disfunções e o *feedback* sobre essas disfunções são menos imediatos e concretos. Contudo, os conflitos deflagrados pela instabilidade do sistema de equilíbrio entre demanda e disponibilidade hídrica na BHRF, colocaram S2 no centro das discussões da organização em foco.

Atualmente, a Câmara Técnica Permanente de Procedimentos de Outorga e Ações Reguladoras (CTPPOAR) do CERH possui a atribuição de revisar as regras de outorga e apresentar soluções que se adequem às realidades das bacias hidrográficas do Tocantins.

No Parecer Técnico nº 003/2020 DPGRH consta que o “Projeto de Adensamento da Rede Hidrometeorológica Estadual”, idealizado em de 2008, tem como previsão a instalação de 81 estações hidrometeorológicas em todo Tocantins, objetivando compor a Rede Hidrometeorológica Estadual. Em 2012 a rede hidrometeorológica era composta por 10 Plataformas de Coleta de Dados (PCDs). Em 2019 alcançou 56,79% do total previsto, com 46 PCDs.

O Parecer Técnico nº 003/2020 DPGRH ainda informa que desde o segundo semestre do ano de 2019, e simultaneamente ao contínuo e intenso trabalho de manutenção e monitoramento da rede hidrometeorológica estadual, a própria DPGRH, com auxílio e suporte técnico da ANA, passou a desenvolver estudos técnicos para

consistência de dados fluviométricos das estações da rede hidrometeorológica estadual, com prioridade para as estações localizadas na organização em foco.

Atualmente existe um cronograma para realização gradativa dos estudos de consistências dos dados de toda rede hidrometeorológica estadual. Neste ponto cabe destacar a posição de Schmeier:

O que os pesquisadores da hidropolítica cada vez mais reconhecem, mas ainda não verificaram em detalhes ao abrir a caixa preta das OBHs, é que a **capacidade institucional** dentro de uma bacia [...] é tão importante, senão mais, do que os aspectos físicos do sistema. Consequentemente, os resultados da análise vão além da afirmação institucionalista tradicional de que as instituições importam. (SCHMEIER, 2013 p. 424, tradução e grifo nosso)

Assim, considerando Lassl (2019a), recomenda-se atenção para que o S2 não se torne um fim em si mesmo, mas a totalidade de toda a coordenação das regras e atividades da organização em foco. Porque o S2 deve ser entendido como uma resposta a conflitos que precisam ser regulados.

6.1.2.6 Gestão Operacional - S3

Inicialmente, destaca-se que no VSM o S3 também compõe o meta-sistema operacional da organização em foco e pode ser exercido em diferentes composições sociais. Neste estudo de caso, o S3 se manifesta pela atribuição legal de deliberar sobre a gestão da água fazendo isso de forma compartilhada com o poder público na escala da bacia.

Segundo a ANA (2011), isso se chama poder de Estado, isto é, o poder do S3 em tomar decisões sobre um bem público e que devem ser cumpridas. Na organização em foco esta função é executada pelo Comitê de Bacia Hidrográfica Rio Formoso (CBHRF) (vide Box 5 para rever as funções dos CBHs).

A primeira reunião ordinária do CBHRF ocorreu no dia 15 de maio de 2012 e foi realizada na Câmara Municipal de Formoso do Araguaia, estado do Tocantins. A reunião contou com representantes dos três segmentos atuantes na BHRF (usuários, poder público e sociedade civil) com o intuito de dar posse aos eleitos em assembleias setoriais e eleger a diretoria executiva.

Desde então o CBHRF realizou mais três processos eleitorais. A última eleição da mesa diretora foi realizada em 2021 e representa a atual diretoria do CBHRF. A

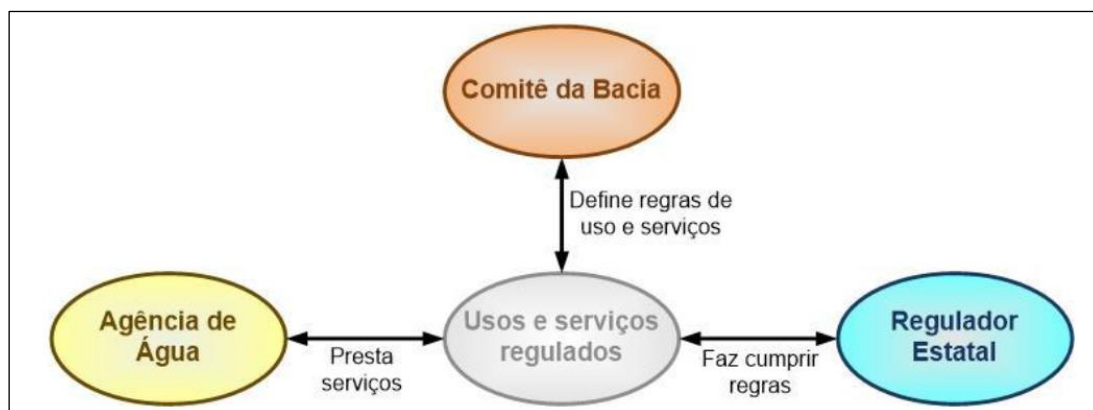
composição da atual diretoria é paritária sendo 33% dos membros de cada seguimento. A atual composição do CBHRF consta no Apêndice 6.

Cabe ao S3 da organização em foco estabelecer um conjunto de mecanismos e de regras, decididas coletivamente, de forma que os diferentes interesses sobre os usos da água na bacia sejam discutidos e negociados em ambiente público, com transparência no processo decisório, buscando prevenir e dirimir conflitos.

O diagrama da Figura 57 ilustra o sistema básico da GIRH, destacando os organismos encarregados da sua implementação na escala das bacias hidrográficas. Da perspectiva do VSM, assim como determina o *framework* institucional formal da GIRH, o S3 também tem a função de definir o nível de sinergias necessário e alocar recursos (dinheiro, tempo, pessoal, infraestrutura e conhecimento) ao S1.

Constata-se que a arquitetura do S3 da organização em foco está alinhada aos objetivos do sistema de gerenciamento brasileiro de aproximar, organizar e implementar ações conjuntas e coordenadas com os usuários, poder público e sociedade civil organizada, componentes da estrutura do SEGRH para operacionalização da GIRH nos comitês de bacias.

Figura 57. Sistema básico de gerenciamento em bacias hidrográficas brasileiras



Fonte: ANA (2014)

De outro modo, mais adiante quando tratarmos dos canais S3-S4, veremos que conforme orienta o VSM, o S3 da organização em foco também deve participar e se engajar, ativamente, no desenvolvimento de estratégias e na “reinvenção” da organização. Este é um ponto a se destacar neste estudo de caso. Observa-se que a circularidade

recursiva presente na arquitetura do VSM, possibilita o planejamento e a gestão nos diferentes níveis das organizações que operam a GIRH na escala da bacia.

Quanto as funções do S3, observa-se ainda que o Plano de Bacia Hidrográfica Rio Formoso (PBHRF) foi consolidado em 2007 antes mesmo da implantação do CBHRF que ocorreu em 2011. O PBHRF foi elaborado sob a coordenação da SEMARH e apresenta diagnóstico e prognóstico sobre a demanda e a disponibilidade hídrica na organização em foco.

O levantamento desta pesquisa identificou a ata sem número de 15 de agosto de 2012, cujo ponto de pauta tratou da aprovação do PBHRF. O conjunto de mapas de cenários apresentados na Figura 37, da seção 5.1.5.1 desta pesquisa, é resultado do PBHRF.

Esse instrumento constitui-se no plano diretor para os usos da água. O PBHRF é o principal instrumento de deliberação do CBHRF porque reúne as informações estratégicas para gestão das águas na BHRF.

Em 12 de novembro de 2021, pela observação participante desta pesquisadora na reunião ordinária do CBHRF, foi possível constatar o baixo conhecimento, por parte dos membros, sobre as metas e prioridades estabelecidas no PBHRF.

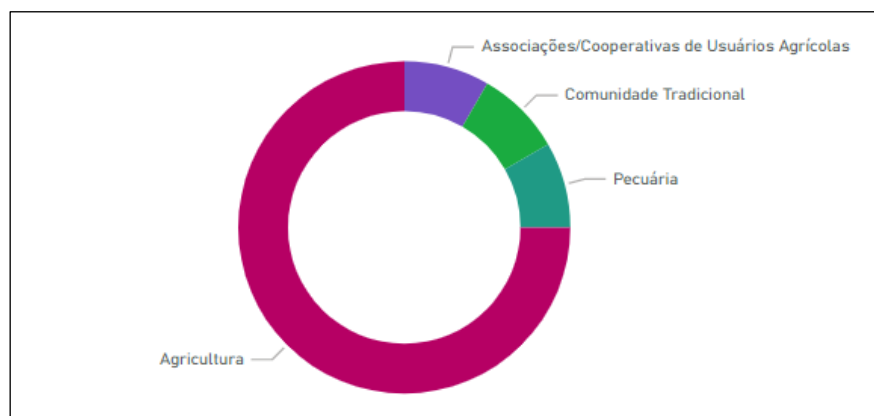
Com efeito, registra-se conforme discutido na seção 3.1.2.1 que o S3 possui as atribuições institucionalizadas, mas não dispõe dos meios para implementar e acompanhar o PBHRF.

Outro ponto que compromete as funções do S3 previstas no *framework* institucional formal da GIRH é que a representatividade e a continuidade dentro do CBHRF são baixas, devido aos impactos dos ciclos políticos sobre os membros do setor público (mudanças frequentes e baixa memória institucional dos recém-chegados). O Tocantins já teve sete governadores, mas apenas quatro foram eleitos pelo voto popular.

Nesse sentido, coaduna-se das afirmações da OCDE (2015) no que se refere a certa estabilidade promovida pela participação dos representantes dos usuários e da sociedade civil na estrutura do CBHRF.

De todo modo, o *framework* institucional formal da GIRH deixa claro que as decisões dos comitês são passíveis de recurso junto ao CERH. O diagrama da Figura 58 apresenta a distribuição desses segmentos representados no S3 da organização em foco.

Figura 58. Distribuição dos segmentos da sociedade civil representados no CBHRF



ANA (2022)

Observa-se no âmbito do S3 que, muitas vezes, o interesse principal dos usuários é monitorar a evolução e as decisões que podem influenciar os seus direitos ou gerar custos (por exemplo, alterações em regimes de alocação) ao invés de encontrar soluções para os problemas da organização em foco.

Discutimos, na seção 3.1.2.1, os impactos que esse tipo de motivação tem para o *design* e o funcionamento do S3. Ao estudar o S3 da organização em foco podemos constatar, assim como Huitema & Meijerink (2017), que as OBHs não são apenas inspiradas pelo que é substancialmente melhor, mas são, de fato, também, sobre o poder de decisão.

Isto está no cerne dos desafios ligados à governança do S3 da organização em foco. Sua capacidade institucional está aquém da variedade operacional requerida para discutir e situar os usuários, poder público e sociedade civil sobre as posições e prioridades construídas no PBHRF. Há que se construir capacidade institucional para o S3 exercer sua autoridade no âmbito das deliberações operacionais da organização em foco.

Deve-se pontuar que **a OCDE (2105) enfatiza que a habilidade de construir consenso não deve ser negligenciada, mesmo num contexto de fraca capacidade de implementação institucional.**

Conforme mencionamos na seção 5.1.8.2 o Procomitês é um programa de fomento da ANA que visa fortalecer a capacidade institucional dos comitês de bacias. A construção do plano de trabalho, de capacitações e do relatório de atividades deve ser discutida em plenária com os membros do CBHRF e fundamentada nas metas e

prioridades do PBHRF. Do que se observa dos documentos levantados na pesquisa é que nos anos de 2018 e 2019 os instrumentos foram implementados por meio de deliberação *ad referendum*, ou seja, sem a participação dos principais interessados.

Também cabe destacar que o CBHRF se associou à Rede Brasil de Organismos de Bacias Hidrográficas (REBOB), uma entidade sem fins lucrativos constituída na forma de Associação Civil, formada por associações e consórcios de municípios, associações de usuários, comitês de bacia e outras organizações afins, estabelecidas em âmbito de bacias hidrográficas.

Este ponto é especialmente interessante para este estudo de caso, pois evidencia-se o papel significativo das instituições informais para o desempenho das organizações e para a mudança no processo de reforma e institucionalização da GIRH.

No âmbito do REBOB as normas e convenções não têm *status* legal, mas devem ser seguidas por todos os associados, além de códigos comportamentais, atitudes e outros padrões éticos de conduta para atuação em assuntos comuns à governança das águas nos níveis internacional, nacional, regional e local.

De todo modo, nos termos do VSM, a estabilidade do sistema de equilíbrio entre a demanda e a disponibilidade hídrica, por meio da regularização dos procedimentos de outorga, da implementação da gestão local do S1 e do estabelecimento da cobrança pelo uso da água é variedade requerida pelo S3 para o devido acompanhamento da implementação do PBHRF. E do que pode se notar aqui, as soluções para um desfecho não são triviais.

6.1.2.7 Canal S3-S1

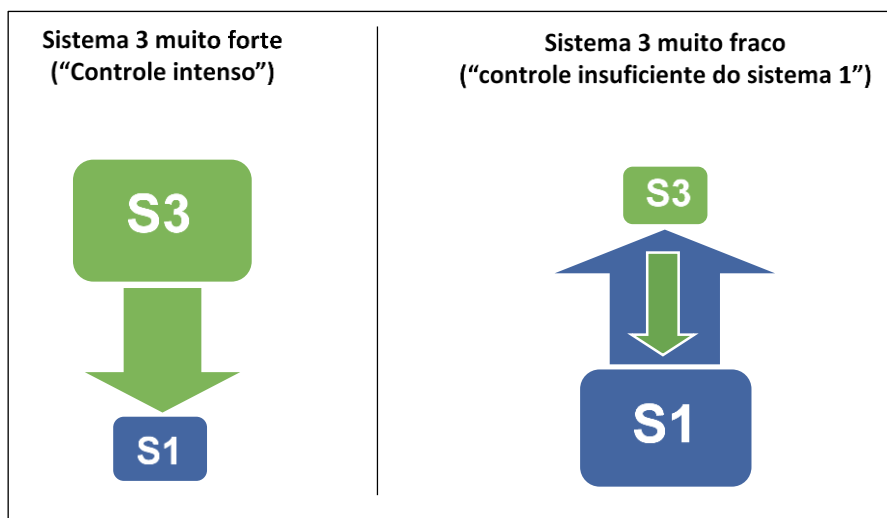
Se observamos novamente o mapeamento da Figura 50, constataremos que no VSM da organização em foco ocorre uma relação direta entre o S3 e o S1, assim como previsto no *framework* institucional formal da GIRH.

Essa relação se desenvolve por meio de três canais principais que, na concepção do VSM, são fundamentais para organização em foco: negociação de recursos, responsabilidade socioambiental e retransmissão de instruções. Tratamos dos canais do S3 na seção 3.2.2.3.

No diagrama da Figura 59 observamos de uma perspectiva mais próxima os efeitos da amplificação da variedade operacional requerida do S3 frente às oscilações do

S1. No estudo de caso, os principais efeitos da amplificação da variedade operacional do S3 são percebidos pelas restrições à liberdade do S1 utilizar os recursos hídricos.

Figura 59. Desequilíbrio das variedades entre o S1 e o S3



Fonte: adaptado de Lassi (2019b)

Na organização em foco, observa-se que o S3 não tem a força suficiente para gerar coesão, e nem extrair sinergias necessárias para compatibilizar usos múltiplos dos recursos hídricos. O déficit institucional no S1, debilita a capacidade institucional do S3.

Neste estudo de caso, o S3 é sobreposto pelas competências, conhecimento e recursos do S1. Dessa forma, ao se estabelecer a gestão local do S1 recomenda-se que as diretrizes, metas e objetivos expressos no PBHRF sejam pontos de convergência para construção de canais de comunicação do S3 com o S1.

Para bem delimitar a atuação da gestão local do S1, é fundamental que a relação institucional com o S3 seja claramente definida, buscando mitigar eventuais rivalidades e conflitos. A Lei nº 9.433/1997 estabelece competências e atribuições bem definidas para ambos, e elas são complementares.

Conforme a ANA (2011) a predominância dos papéis de cada uma das partes está clara nos verbos utilizados para descrever suas atribuições. Enquanto cabe ao S3: escolher, definir, estabelecer e aprovar, a gestão local do S1 é encarregada de atividades subsidiárias: elaborar, propor, gerir e implementar.

Atualmente, os canais de comunicação inexistentes entre o S3-S1, impedem que a organização em foco se beneficie da variedade operacional requerida pelo S3. Isto

significa um S3 muito fraco, cujas implicações, refletem na operação da organização em foco.

Um ponto muito importante destacado por Lassl (2019b), é que se há sinergia entre os outros sistemas da organização em foco, o S1 pode receber mais recursos do que é capaz de gerar sozinho. Assim, buscamos Olson (1999) para pontuar que as instituições mudam quando os benefícios para as partes interessadas são altos e quando as mudanças não ameaçam seus interesses. Para nosso estudo de caso isto é relevante e central porque envolve o gerenciamento de recursos comuns em um contexto de reformas institucionais.

Retoma-se que na concepção da GIRH as OBHs devem ser uma resposta à sociedade com objetivo de garantir o desenvolvimento econômico, o compartilhamento equitativo e a sustentabilidade dos recursos hídricos. Senão, vejamos o que diz D'Agostini:

Indicar sustentabilidade em uma relação é apontar possibilidades de satisfação de todos os legitimamente interessados em ações de alguns, e não uma medida das possibilidades de eficácia no atendimento de interesses de alguns em ações úteis para muitos. (D'AGOSTINI, 2004, p. 48)

Na situação atual, concluímos que S3 não tem poder suficiente para integrar o S1 na organização em foco, e torna-se obsoleto para as operações. Da mesma forma, o S3 não tem condições de apoiar uma unidade primária específica da organização em foco, caso esteja enfrentando desafios, tal qual a deliberação por regulamentos que especifiquem as necessidades das operações de acordo com as prioridades, metas e recursos definidos no PBHRF.

No VSM, o S3 não deve intervir no funcionamento das unidades operacionais elementares, exceto quando está gravemente ameaçada a coesão da organização. Segundo Pérez-Ríos (2012) um indicador do correto funcionamento da organização em foco, é, justamente, quando o S3 não precisa intervir diretamente em assuntos relativos às unidades primárias.

Em ANA (2014), encontra-se que a relação entre S3-S1 se constitui em um típico modelo Agente-Principal, onde o exercício das funções do Principal (Comitê de Bacia – S3) é dependente da ação ou informação elaborada pelo Agente (Agência de Água – gestão local do S1).

Portanto, nos termos do VSM, postula-se que o *design* de canais de comunicação funcionais entre S3-S1 deve-se considerar que na relação entre ambos há assimetrias de informação e de poder político que devem ser atenuadas.

O déficit de implementação da AgB, como já mencionado tem implicações para as relações que se estabelecem entre as próprias unidades operacionais elementares, a gestão local de cada unidade operacional elementar, e também a relação entre a gestão local e o S3.

Isso tem impacto na credibilidade do processo de descentralização e mobilização popular previsto no *framework* institucional formal da GIRH. Porque, para além do aspecto correspondente ao processo de negociação de recursos, que inclui os objetivos, meios para os atingir, prazos, etc., o S3 é responsável pela prestação de contas sobre a manutenção e reprodução dos serviços hídricos à sociedade.

6.1.2.8 Monitoramento/Fiscalização - S3*

No VSM a função do S3* é complementar as informações que chegam ao meta-sistema operacional por meio da linha vertical S1-S3, bem como pela via de S2, trazendo informações adicionais. O S3*, representa o terceiro bloco de informação que chega ao S3, observe novamente o mapeamento da Figura 50. Cada unidade primária possui mecanismos de auditoria que devem gerar informações relativas à sinergia para o conjunto de unidades que compõem o S1.

Na organização em foco, o S3* se manifesta por meio da função de poder outorgante, compatível com as prioridades socialmente estabelecidas no PBHRF. O S3* é responsável pelo monitoramento e fiscalização da aplicação dos instrumentos do *framework* institucional formal da GIRH. O Naturatins, como vimos na seção 5.1.8, é o responsável por essa função.

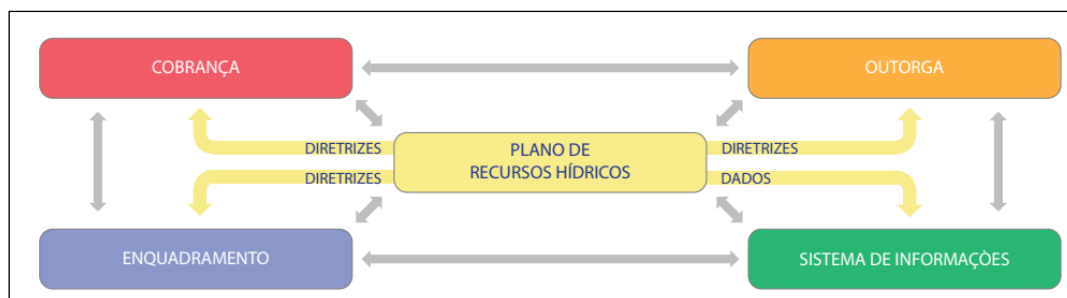
Observa-se que no *framework* institucional formal da GIRH, enquanto o S3 define as prioridades de uso da água, as metas de racionalização e a criação de áreas sujeitas à restrição de uso, tais definições devem ser utilizadas como condicionantes para o monitoramento e fiscalização das outorgas por parte do S3*.

Na organização em foco, a outorga também está relacionada com a cobrança pelo uso das águas. A Lei das Águas determina que os usos de recursos hídricos a serem cobrados são aqueles sujeitos à outorga.

No VSM, assim como no *framework* institucional formal da GIRH, as funções do S3* da organização em foco não se limitam apenas a transmitir informação, mas também

deve processá-la. O diagrama da Figura 60 destaca a relação entre os instrumentos da GIRH para o processamento da outorga.

Figura 60. Relação entre os instrumentos da GIRH



Fonte: ANA (2011b)

Segundo Lassl (2019a) outro aspecto crítico do S3* é que ele deve contrabalançar o S2 e o S3 não apenas na dimensão factual, mas também na dimensão temporal. O S3* deve estabelecer outra estrutura de tempo dentro da organização: deve agir de forma espontânea e imprevisível.

No VSM a natureza esporádica do sistema 3* é necessária para capturar o lado imprevisível e espontâneo de uma organização que depende muito de planejamento e regulamentação.

O S2 e o S3 deveriam regular a organização por meio das diretrizes constantes em seus planos com o objetivo de tornar a organização mais previsível. No entanto, para o VSM os eventos podem ocorrer nas organizações justamente naqueles momentos, em que ninguém os previu e essa é a função primordial de S3*.

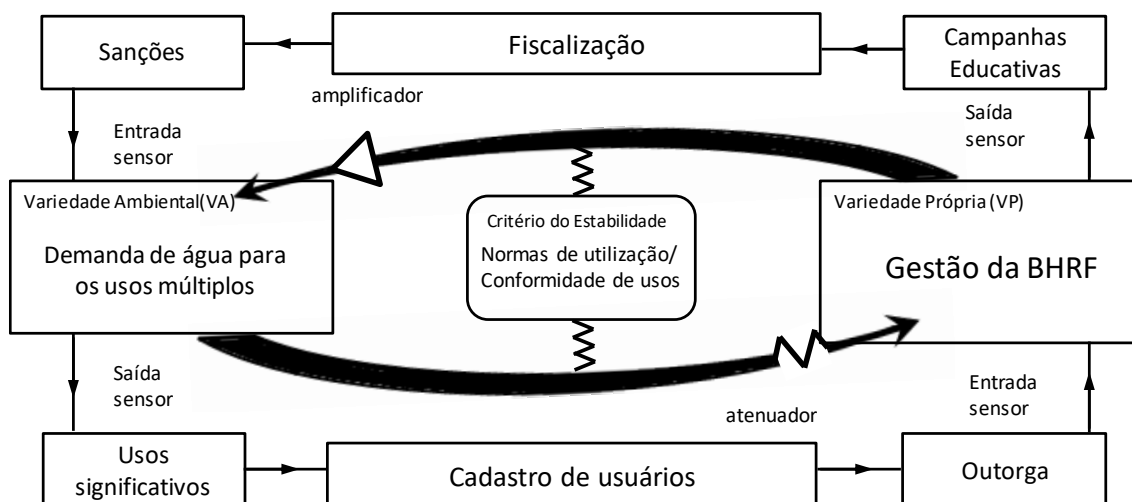
Como vimos, o sistema de equilíbrio entre a demanda e disponibilidade hídrica está comprometido pelas deficiências encontradas nos mecanismos de amplificação da variedade operacional requerida do S1, do S2 e do S3 da organização em foco.

Neste estudo de caso, o S3* não dispõem da variedade operacional requerida para o monitoramento e fiscalização da outorga, apresentando deficiência no controle direto sobre quem terá acesso ao uso da água e em que condições.

O esquema da Figura 61 especifica um sistema de equilíbrio entre as normas e a conformidade das operações da organização em foco. No *framework* institucional formal da GIRH a fiscalização sistemática amplifica a variedade operacional de S3*, é uma

atividade considerada proativa e planejada, pois visa à regularização de usos de uma bacia ou de um setor usuário.

Figura 61. Homeostato de normas de utilização e conformidade de uso



Fonte: elaboração da autora

A fiscalização considera as condições estabelecidas nos atos de outorga e, quando necessário, aplica as sanções legais para sanar as infrações às normas de utilização dos recursos hídricos, o que segundo a ANA (2011b) garante a eficácia da outorga ao coibir o acesso indevido ou o uso não conforme dos recursos hídricos.

Essa estratégia, conforme ANA (2011b) tem caráter preventivo e educativo, visando atingir maior número de usuários ainda não regularizados, prevenindo possíveis conflitos futuros pelo uso da água, ou repressivo, buscando a regularização dos usuários irregulares e coibindo as práticas de mau uso dos recursos hídricos.

No *framework* institucional formal da GIRH a fiscalização dos usos de recursos hídricos é uma competência decorrente do instrumento de outorga, por meio do qual o poder público faz o controle administrativo, exercendo poder de polícia, sobre o uso do bem público.

Na organização em foco os dados obtidos revelam que por meio da Portaria 300 de 12 de agosto de 2016, o poder outorgante (S3*) suspendeu por 4 meses as outorgas superficiais de uso dos recursos hídricos emitidas para as unidades operacionais elementares URU, DUE, XAV e FOR.

Além da suspensão o poder outorgante determinou o monitoramento para o cumprimento da portaria, adotando medidas cabíveis no caso de descumprimento por parte dos usuários de recursos hídricos.

Para Beer (1985) regras preventivas, que restringem estados societários, implicam menos amplificação do poder de polícia porque o monitoramento é uma atividade de menor variedade do que lidar com o inesperado.

Dessa forma, para que a organização em foco desenvolva a capacidade institucional e conclua as mudanças de regras operacionais para a cobrança pelo uso da água, é muito importante que S3* processe a variedade operacional requerida pelo S1 e regularize os usos não conforme de acordo com as diretrizes do PBHRF, fiscalizando o cumprimento da outorga.

6.1.2.9 Canal S1-S2-S3

Tendo estudado as relações horizontais das unidades operacionais elementares, ou seja, a sua relação com ambiente; bem como a interligação vertical inexistente entre a gestão local do S1 e o S3, a deficiente utilização do S2 e S3* como suporte à gestão das unidades primárias, analisaremos agora as conexões nas quais as operações desempenham um papel.

Os conflitos identificados e não resolvidos entre as diversas unidades operacionais elementares, segundo o VSM devem ser tratados, primeiramente, pelo S2 e seus centros reguladores locais. Somente aqueles que não foram abordados irão chegar como variedade residual ao S3, que deverá então intervir para dirimir o problema. Observe novamente o mapeamento da Figura 50.

Para funcionar qualquer sistema do VSM precisa, concretamente, de informações provenientes das unidades primárias da organização em foco. Mas, do que se observa a incompatibilidade entre demanda e disponibilidade hídrica é resultado das informações incompletas, inadequadas ou atrasadas sobre as operações das unidades primárias.

Constata-se que na organização em foco, os canais de comunicação do S2, que se conectam ao S1 e ao S3, ainda não estão desenvolvidos o suficiente para que S2 possa cumprir suas funções de coordenação com eficiência e eficácia. Pérez-Ríos (2012) afirma que as decisões tomadas com base em tais informações dificilmente serão bem

concebidas. O autor ressalta que uma organização com essa qualidade de informação terá dificuldade em atingir seus propósitos de forma duradoura e estável.

Conforme tratado anteriormente o S2, o S3 e o S3* compõem o meta-sistema operacional da organização em foco. Lassl (2019b) explica que quanto mais homogêneos forem os S1 e quanto menos interfaces tiverem, menor será a variedade horizontal, e, portanto, menor será o meta-sistema operacional da organização. Unidades “domésticas” podem ser controladas mais facilmente do que aquelas que estão, por exemplo, ativas em diferentes mercados.

De modo diferente, neste estudo de caso as atividades de gerenciamento e coordenação do S1, prescritas no *framework* institucional formal da GIRH, são desafiadoras, exigem aperfeiçoamento constante, além de demandarem nível de sinergias suficiente para garantir a finalidade, os objetivos e o grau de integração da organização em foco.

Portanto, o nível de sinergias necessário à integração da organização em foco, requer maior escopo para o processamento da variedade horizontal relevante que precisa ser gerenciada pelo meta-sistema operacional.

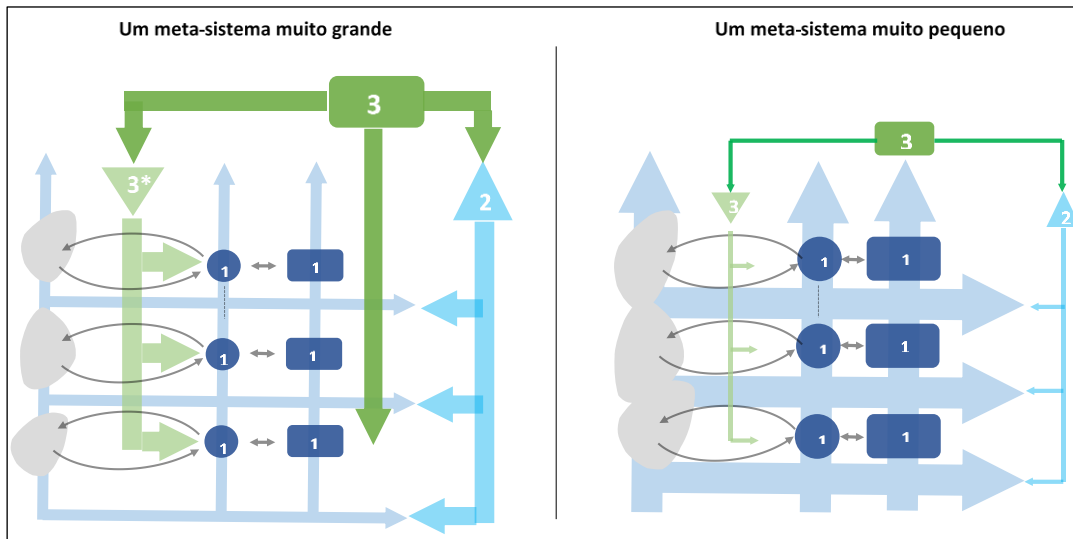
Segundo Lassl (2019b) a amplitude do controle do meta-sistema operacional da organização depende da variedade operacional horizontal e da variedade operacional vertical, disponível no meta-sistema operacional.

Para o autor, não é uma tarefa simples calibrar o tamanho de um meta-sistema e em muitos casos as disfunções organizacionais emergem quando se projeta um meta-sistema muito grande ou muito pequeno para a organização, vide diagrama da Figura 62

Do que se pode observar das informações coletadas nesta pesquisa o meta-sistema operacional da organização em foco é muito pequeno para lidar com os desafios de gerenciamento e coordenação das unidades primárias da organização em foco. A infraestrutura é insuficiente e a equipe técnica reduzida.

Os canais de comunicação entre S1-S2-S3 ainda não apresentam a variedade operacional requerida para processar, por exemplo: i) as inconsistências das séries históricas de vazão das estações de monitoramento hidrometeorológico; ii) a operacionalização de um sistema de apoio à decisão para concessão da outorga; iii) a demanda por treinamento para operação de suas funções; iv) bem como a disponibilização do manual técnico de outorgas.

Figura 62. Disfunções referentes ao tamanho do meta-sistema operacional de uma organização



Fonte: adaptado de Lassl (2019b)

Do que pode se concluir, ainda restam muitas incertezas quanto a capacidade institucional dos canais de comunicação entre S1-S2-S3 transduzirem as informações dos mecanismos de amplificação da variedade requerida para a outorga, fundamental para estabilidade do sistema de equilíbrio entre demanda e disponibilidade hídrica da organização em foco.

Segundo Pérez-Ríos (2012) a fragmentação dos sistemas de informação, a sua manifestação como ilhas de informação, ou a inexistência de infraestruturas que os liguem de forma contínua e ininterrupta, farão com que a organização fique sem um elemento fundamental para o seu bom funcionamento.

Esse tipo de disfunção organizacional incide sobre os seguintes aspectos destacados por Pérez-Ríos (2012): a possível inconsistência dos dados tratados nas diferentes funções, o desconhecimento da sua disponibilidade e redundância na aquisição, com o correspondente aumento de pessoal e custos financeiros; em geral, há a dificuldade de integrar a informação e fazê-la circular regularmente pelos múltiplos canais que alimentam as funções necessárias à viabilidade da organização como um sistema global.

Dessa forma, para o VSM a otimização das peças de um conjunto não garante, em hipótese alguma, a otimização de todo o sistema. Portanto, a informação deve circular de

forma contínua e ininterrupta por toda a organização. Só essa condição permite tomar decisões que afetem o todo de forma devidamente informada.

Para Hoverstadt (2010) a chave para entender a autonomia dentro da estrutura recursiva é a percepção de que a gestão, em qualquer nível, é responsável por um conjunto de subsistemas que: i) operam dentro da estrutura estabelecida e mantida (S2), e ii) operam para a barganha de recursos (S3), iii) além do que os cinco sistemas devem ter autonomia na forma como atingem seus objetivos. Por esses meios, a variedade operacional é processada em cada nível recursivo em uma combinação de gestão e autogestão.

6.1.2.10 Gestão Estratégica - S4

Conforme apresentado na seção 3.2.2.5, o S4 é responsável por “observar” o ambiente (externo) e o futuro da organização. O S4 integra o meta-sistema estratégico do VSM e representa um componente essencial da estrutura de adaptação da organização. O papel fundamental do S4 é monitorar o que ocorre ou pode ocorrer no ambiente da organização, capturando informações pertinentes e as canalizando para o aumento da capacidade institucional.

Na organização em foco, o S4 manifesta-se a partir de uma arquitetura bem desenvolvida para GIRH. O S4 deste estudo de caso, compõe o SEGRH e exerce suas funções como o órgão gestor da PERH.

Conforme observamos no Box 3, o órgão gestor, representado pela SEMARH, possui competências técnicas e divisões administrativas bem definidas no âmbito da GIRH. Num quadro geral, o S4 da organização em foco se manifesta com capacidade institucional para reconhecer as tendências e consolidá-las.

Em Bandeira (2020), consta que por meio do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Tocantins (PeRH), a SEMARH apresentou estudos prospectivos que descrevem futuros alternativos considerando os riscos, eventos críticos e incertezas que envolvem a GIRH no estado do Tocantins. Na Figura 39 da seção 5.1.5.1, os resultados foram apresentados com destaque do alerta de conflitos iminentes para organização em foco.

Conforme a Lei Estadual nº 1.307/2002, a coleta, o tratamento, o armazenamento, a recuperação e a divulgação de informações sobre recursos hídricos e fatores intervenientes em sua gestão são organizados na conformidade do Sistema Estadual de

Informações para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos (SEIGRH), compatível com o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (Singreh).

Dessa forma, o S4 da organização em foco dispõe de uma Sala de Situação, que segundo Bandeira (2020), foi montada com equipamentos adquiridos com recursos financeiros da ANA. Trata-se de um espaço físico constituído de painéis e telas de monitoramento das 46 PCDs instaladas em campo.

Essas plataformas produzem e transmitem dados hidrometeorológicos em tempo real, via satélite, até os servidores da ANA. Atualmente, o acesso às informações das PCDs é consolidado via boletins meteorológicos diários, publicados pelo S4 desde o ano de 2015. Segundo Bandeira (2020), a estimativa é de 256 boletins hidrometeorológicos publicados/ano.

Segundo ANA (2016) o SEIGRH é um dos instrumentos do *framework* formal da GIRH, além dos planos de recursos hídricos, do enquadramento, da outorga e da cobrança. Os dados e informações que integram o SEIGRH devem subsidiar a construção e aplicação dos demais instrumentos, os quais alimentam o SEIGRH com seus dados e informações oriundos dos processos de implementação da GIRH.

Para ANA (2016), a troca de informações, constitui uma teia contínua de *feedbacks*, fundamental ao processo de tomada de decisão, sobretudo pelos órgãos integrantes do Singreh, e à boa gestão dos recursos hídricos. Na organização em foco observa-se que a infraestrutura e a capacidade institucional para operacionalização do SEIGRH são um desafio que requer o aumento da variedade operacional do S4.

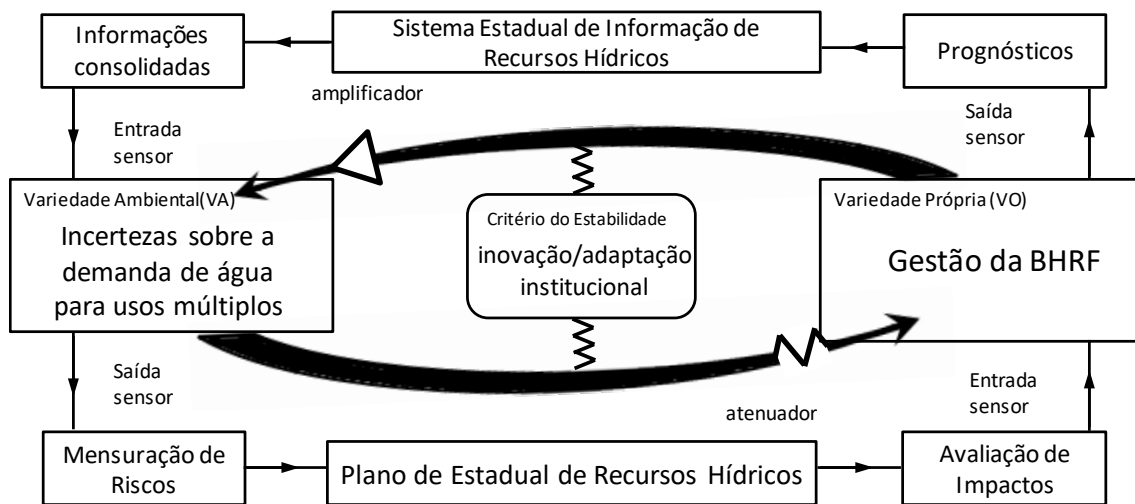
A infraestrutura do S4 para operação do SEIGRH, apesar das evoluções percebidas nos últimos anos, ainda não está consolidada. O S4 está construindo capacidade institucional, ou nos termos do VSM, variedade operacional requerida pelo *framework* formal da GIRH, para fazer cumprir a orientação da descentralização na obtenção e produção de dados e informações sobre recursos hídricos; a coordenação unificada do sistema; e principalmente a garantia de acesso da sociedade às informações.

Com relação à plataforma de acesso virtual dos dados, o Parecer Técnico nº 003/2020 informa que o S4 da organização em foco executa o planejamento de sua concepção, desenvolvimento e implementação, conforme compromisso estabelecido no Meta I.4 – Prevenção de Eventos Hidrológico Críticos do Contrato nº 047/2018/ANA – PROGESTÃO II.

O esquema da Figura 63 especifica um sistema de equilíbrio entre inovação e adaptação institucional para reduzir as incertezas sobre a demanda de água para usos

múltiplos na organização em foco. A estabilidade deste sistema é determinada pela capacidade institucional do S4 amplificar sua variedade operacional ativando o potencial criativo e inovativo dos demais sistemas da organização em foco.

Figura 63. Homeostato da inovação e adaptação institucional



Fonte: elaborado pela autora

Conforme demonstrado no mapeamento da Figura 50, a ausência de informações sobre os impactos das regulamentações do S4 é uma deficiência no canal de comunicação com ambiente que, nos termos do VSM, debilita a capacidade de adaptação institucional da organização em foco.

Ao analisar os canais de comunicação do S4 com o ambiente, observa-se as informações sobre os impactos das reformas no *framework* institucional formal da GIRH ainda não estão disponíveis. Esta disfunção, segundo Pérez-Ríos (2012), implica percepção fragmentada do S4 sobre o mundo exterior.

As organizações que não medem o desempenho não sabem e não podem saber o quão bem estão fazendo o que fazem, então de acordo com Hoverstadt (2010), a medição do desempenho tem um papel fundamental na construção de uma organização eficaz. O que é fácil de dizer, mas muitas vezes não é tão simples na prática.

Segundo Lassl (2019a), as organizações devem promover diferentes perspectivas e incentivar as pessoas a compartilhá-las dentro da organização. A organização precisa fornecer espaços institucionais para a criatividade e promover a curiosidade e a vontade de experimentar. Sem as informações que remetam a efetividade de suas ações, o S4 tem

dificuldade de propor estratégias condizentes com a operação do propósito da organização em foco.

O sistema de equilíbrio entre a inovação e a adaptação institucional pode ser obtido por meio da construção de indicadores de avaliação da execução do PBHRF. Nesta pesquisa, verificou-se que a construção dos indicadores para avaliação das metas dos planos de bacia é um tema em discussão no trabalho de revisão do atual Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH).

Em Castro (2016), encontra-se que por meio do contrato ANA/IICA nº 116164/2017, a ANA elaborou estudos de diagnóstico e avaliação dos resultados do PNRH. Os estudos apresentam recomendações para a implantação do novo ciclo da PNRH (2022-2040).

Dentre as recomendações de Castro (2016), destaca-se a proposição de uma métrica para avaliação dos impactos das regulamentações do próximo ciclo do PNRH. A métrica deverá orientar os trabalhos dos entes da Federação para construção de seus indicadores de avaliação. Na seção 3.1.1, informamos ao leitor sobre a revisão do PNRH e pontuamos a contribuição do CBHRF na oficina que envolveu representantes da região Norte do país.

6.1.2.11 Canal S4-S3

Segundo Pérez-Ríos (2012), o S4 possui interação contínua com o S3 e garante que as inovações exigidas pela organização sejam transmitidas em tempo e forma adequadas para sua possível implementação no S1. No VSM o diálogo entre o S3 e o S4 é um mecanismo chave para a adaptação da organização.

A principal preocupação do S3 é manter a prestação dos serviços hídricos da organização em foco no presente e no curto prazo, enquanto a do S4 é garantir que sejam tomadas medidas para a manutenção e reprodução dos serviços hídricos no futuro, a longo prazo.

Segundo Pérez-Ríos (2012), para que isso ocorra o S4 deve garantir que o S3 adote e integre nas unidades primárias do S1 as modificações que, de acordo com o S4, serão necessárias para garantir a viabilidade futura da organização.

As disfunções observadas anteriormente têm implicações diretas para a comunicação entre S3-S4. Afirma-se que o S4 da organização em foco apresenta

dificuldades de propor as estratégias e inovações adequadas para o S1. Segundo Pérez-Ríos (2012), tais proposições devem ocorrer de forma contínua e gradual, garantindo assim a sustentabilidade dos recursos hídricos, mesmo diante de oscilações das variedades proliferantes do ambiente.

De todo modo, observa-se que por meio do Programa Procomitês, apresentado ao leitor na seção 5.1.8.2, o S4 fomenta ações do S3 de modo a atingir as metas pactuadas com a ANA para o desenvolvimento da GIRH na escala da bacia. No Apêndice 8 o leitor poderá encontrar um quadro de metas com a avaliação da execução do programa na organização em foco.

Dentre as metas pactuadas e aprovadas no primeiro ciclo do programa destaca-se o componente IV “Cadastro Nacional de Instâncias Colegiadas do SINGREH – CINCO”. Desde adesão do S4 e do S3 ao Procomitês a página eletrônica da SEMARH vem apresentando informações específicas sobre a composição do CBHRF, entidades e membros, titulares e suplentes, mandatos, endereços, *status* de capacitação, dentre outras informações, conforme padrão definido pela ANA.

De outro modo, é função do S3 informar o S4 sobre quais pontos são relevantes dentro do S1 e quais são as restrições/limitações. Contudo, o S3 da organização em foco não dispõe dos canais de comunicação com o S1 e o S2 suficientemente desenvolvidos para amplificar sua variedade operacional e cumprir as funções determinadas no *framework* institucional formal da GIRH.

Há que se considerar que a avaliação do cumprimento das metas estabelecidas no Procomitês com o devido cuidado. Porque conforme mencionado, o S4 não dispõe da variedade requerida para avaliar os impactos de suas regulamentações; e o S3 não possui a variedade requerida para que sejam cumpridas. O desconhecimento dos impactos das ações do PBHRF compromete a comunicação do S3 sobre os planos e estratégias do S4 para o S1.

6.1.2.12 Gestão Normativa – S5

Segundo, Lassl (2019a), Pérez-Ríos (2012) e Schwaninger (2009), o S5 do VSM constitui a autoridade suprema da organização e, como tal, é o único com capacidade para regular a interação entre o S3 e o S4.

Pérez-Ríos (2012) afirma que toda a variedade que esses dois sistemas não conseguem processar entre si deve ser absorvida pelo S5, o selo final de autoridade da organização. Schwaninger (2009) ensina que, no VSM, o S5 é responsável por estabelecer a “identidade” da organização, ou seja, definir “o que é” ou “o que pretende ser” e também o que “não pretende ou não quer ser”.

O S5 da organização em foco se manifesta como instância de identidade pública e estadual, concentrando a tarefa de normatização e condução política da GIRH. Como vimos anteriormente, no Box 1, o CERH é instância suprema de decisão do SEGRH.

A arquitetura organizacional do CERH é composta do plenário e das câmaras técnicas (CTs), sendo gerido por um presidente (o secretário da SEMARH) e pela secretaria executiva, à qual compete: prestar apoio administrativo, técnico e financeiro, acompanhar e monitorar as deliberações, assim como informar e disponibilizar as informações aos conselheiros e às entidades da sociedade civil de maneira geral.

Importante ressaltar que a missão, os valores e objetivos constitutivos do **Parlamento das Águas do Tocantins**, estão, profundamente, enraizados nos princípios Constitucionais de Democracia e de Soberania brasileiras. Neste sentido, Pérez-Ríos (2012) ensina que o tipo de gestão que o S5 deve proporcionar é a “gestão normativa”, ao contrário da “gestão estratégica” exercida pelo S4 e a “gestão operativa” específica do S3.

Pontua-se que para Lassl (2019b), amplificar a variedade do S5 no processo de normatização ética, é um dos desafios mais significativos para as democracias e sociedades de hoje. Para o autor, a ética e os valores tradicionais não conseguem capturar a complexidade que a economia e a sociedade estão enfrentando ou mesmo criando.

Portanto, nos termos do VSM, além de zelar pela estabilidade do controle intrínseco da organização e pela sua constante adaptação às exigências do ambiente, o S5 tem a função de assegurar que a organização mantenha seu propósito, vis-à-vis a sustentabilidade dos recursos hídricos.

Quando tratamos da relação entre o ambiente e as unidades operacionais elementares, vimos que a distinção dos limites que tangenciam a organização em foco e o ambiente não está clara. Discutimos as implicações dessa disfunção para o S1, bem como observamos as disfunções e deficiências dos outros sistemas do VSM em processar a variedade residual requerida para o controle intrínseco da organização em foco.

Implícito nisso, segundo o VSM está a ausência de valores, normas e regras de conduta que devem prevalecer e impregnar a organização em todos os seus níveis de

recursão. Pérez-Ríos (2012) e Schwaninger (2009) explicam que o “ethos” organizacional é responsável pela coesão de todo o conjunto.

No estado do Tocantins a iniciativa de criação do CERH foi um ato visionário dos gestores de recursos hídricos, como vimos na seção 5.1.8 o CERH foi estabelecido em 1998, antes mesmo da promulgação da Lei Estadual 1.307/2002 que institucionalizou a PERH.

Constata-se, por meio do relatório sobre a “Avaliação global da implementação do Plano Nacional de Recursos Hídricos - 2006-2015”, elaborado por Castro (2016), que a meta do “Subprograma 2.2 - Apoio à Organização do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos” está dentre as que tiveram maiores avanços ao longo dos primeiros anos da reforma política no setor dos recursos hídricos.

Segundo Castro (2016), esses avanços são decorrentes da demanda de estruturação do sistema, que inclui a institucionalização dos CERHs. Na seção 3.1.2.1 discutimos as implicações da substituição de arranjos institucionais existentes por OBHs, vimos que autores como Schlager e Blomquist (2008) pontuam as implicações importantes sobre a mudança da natureza da tomada de decisão pública.

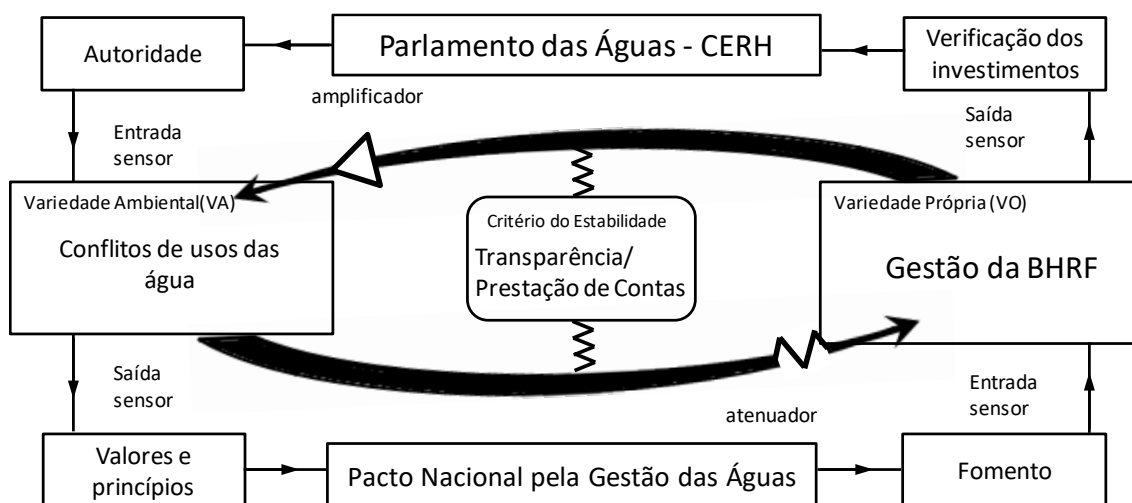
Dessa forma, o **Pacto Nacional pela Gestão das Águas** foi concebido como uma ferramenta de apoio para readequação dos arranjos institucionais existentes, ou nos termos do VSM, como um mecanismo de amplificação da variedade requerida pelo *framework* institucional formal da GIRH nos estados.

O pacto do qual o Tocantins é signatário, segundo a OCDE (2015) é, acima de tudo, um pacto de confiança, baseado no avanço da realização dos objetivos, e não de resultados específicos da GIRH. Não há no momento quaisquer exigências que demandem dos beneficiários do financiamento (S4) relatar (às outras partes interessadas, inclusive a ANA) como o dinheiro é gasto.

O investimento traduzido pelo Pacto Nacional é monitorado e deliberado pelo CERH (S5), para as metas estaduais, e em conjunto com a ANA, para as metas de cooperação federativa. Da mesma forma, os investimentos do FERH, como vimos na seção 5.1.8.3, são monitorados e deliberados pelo CERH.

O esquema da Figura 64 especifica um sistema de equilíbrio entre transparência e prestação de contas para a organização em foco. A variedade operacional requerida encontra-se nos mecanismos de mobilização das partes interessadas, inclusive da sociedade civil, durante o processo de implementação das metas previstas pelo *framework* institucional formal da GIRH para verificar a precisão dos resultados relatados.

Figura 64. Homeostato da transparência e prestação de contas



Fonte: elaborado pela autora

Entretanto, observa-se que o perfil deliberativo do CERH tende a traduzir-se em uma função de “câmara de registro”, na qual as decisões tomadas no âmbito dos comitês são validadas ou ignoradas, em vez de discutidas com profundidade.

Este ponto pode ser, precisamente, constatado na organização em foco. A partir da leitura das atas de reuniões observa-se que a crise de indisponibilidade hídrica não foi devidamente discutida no CERH entre os anos de 2016 a 2021.

Observa-se que apenas em 2020 nas atas, 39^a RO/CERH/05/03/2020 40^a RO/CERH/10/06/2020; 41^a RO/CERH/09/09/2020 a crise de indisponibilidade hídrica da BHRF foi abordada. O desconhecimento das funções e competências do CERH como a instância suprema para deliberação dos conflitos está registrado nos documentos citados. O conteúdo indica que não houve um aprofundamento da discussão ou qualquer tipo de orientação estratégica para a gestão da crise.

No VSM, como vimos na seção 3.2.2.6, o canal algedônico tem uma função importante para os casos de crises. A inexistência de canais algedônicos é uma situação particularmente grave para organização em foco. Este canal, essencialmente, deveria ser capaz de transmitir informações sobre qualquer incidente que surja no S1 (ou também apareça no ambiente e seja capturado pelo S4) que possa ter um impacto importante na viabilidade da organização.

Sua concepção e funcionamento adequados, segundo Pérez-Ríos (2012) são fundamentais para, se necessário, alertar o S5 sobre o aparecimento de ameaças reais à sobrevivência da organização e incitar esse sistema a intervir.

Pérez-Ríos (2012) afirma que o prognóstico para uma organização com deficiências associadas quer a um *design* defeituoso dos canais algedônicos, quer à sua disfunção ou, em particular, à ausência desses requisitos, e, se o problema não for detectado a tempo e for suficientemente grave, é provavelmente que a organização desapareça.

6.1.2.13 Canal (S3-S4) – S5

Neste estudo de caso verificamos que a organização em foco apresenta disfunções causadas por uma rede insuficiente de canais de comunicação. Conforme observamos, as funções dos S1, S2 e S3 que deveriam estar vinculadas por informações não estão, porque ou o canal responsável pela vinculação não existe ou não atende a algum dos requisitos a que todo canal de comunicação do VSM deve atender para cumprir sua função adequada, então a rede está incompleta.

O resultado de tais inadequações na organização em foco são funções que não cumprem suas tarefas adequadamente, por falta de informação ou por serem parciais, ininteligíveis ou atrasadas. O prognóstico para uma organização com essas deficiências é o comportamento ineficiente e a proliferação de conflitos entre aqueles que tentam fazer o trabalho que corresponde às suas diferentes funções.

No VSM, dois tipos de canais podem ser desenvolvidos em relação ao S4 e ao S5. O S4, por exemplo, pode simplesmente comandar a implementação de uma nova estratégia a partir do S3. Porém, Lassl (2019b) explica que a maneira mais elegante, frutífera e robusta de moldar o relacionamento entre S3-S4 é **envolver o S3 em um processo conjunto de debate e reflexão, promovido com apoio do que a Sala de Situação deve representar e efetivamente ser para organização em foco.**

Lassl (2019b) indica que em vez de comandar, deixamos os argumentos se desenrolarem. Isso tem a vantagem de que o S4 é menos propenso a ignorar as informações operacionais essenciais para a execução de sua estratégia ou inovações.

Dessa forma, o S5 da organização deveria monitorar e orientar, indiretamente, a discussão entre o S3 e o S4. A abordagem do S5 poderia ajudar a encontrar uma solução

que processasse melhor a variedade trocada entre o S3 e o S4. Isso preserva a autonomia e capacidade de auto-organização do S3 e do S4.

Há um ponto importante a considerar no canal entre S3-S4 com o S5 da organização em foco. Pelo canal algedônico, S3-S4 deveria confrontar o S5 com a variedade que até então não viu ou ignorou, mas que é fundamental para a viabilidade da organização. Conforme observa-se nas atas de reuniões citadas anteriormente, o S3 da organização em foco tentou tratar dos conflitos da BHRF no âmbito do S5, bem como solicitou apoio e uma estratégia do S4 para lidar com a situação.

Em Lassi (2019b) encontramos que a racionalidade humana é limitada e as organizações precisam filtrar a complexidade. O canal algedônico é o canal que chama a atenção do meta-sistema da organização em foco para a relatividade de sua percepção, cognição e perspectivas.

O canal algedônico força o meta-sistema a considerar e vivenciar a realidade operacional e o fundamento da organização, onde o propósito da organização é concretamente criado. Colocado na linguagem metafórica de Lassi (2019b, p. 189, tradução nossa), “ele conecta o céu e a terra, especialmente se algo está perturbando e errado ou, como a língua alemã expressa muito bem: algo clama ao céu”!

6.1.4 Coerência entre os diferentes níveis de recursão

Conforme observamos a organização em foco não é constituída por uma estrutura estática, mas sim por um sistema dinâmico que consiste em múltiplos equilíbrios interligados.

Mudanças em um sistema de equilíbrio afetam outro equilíbrio e causam reverberações em toda a organização. Para Lassi (2019b), **isso transforma o processo de controlar e governar uma organização em um processo de aprendizagem contínuo e deve ser entendido como tal.**

Dessa forma, neste estágio do diagnóstico, a ideia é verificar se as organizações identificadas nos diferentes níveis de recursão do sistema hídrico possuem funções de coordenação vertical convergentes para o desenvolvimento da GIRH.

Inicialmente, destaca-se que Pahl-Wostl et al., (2015) chama atenção para o fato de que com seu programa de governança multinível da água, a OCDE começou a enfrentar um desafio que ainda não foi assumido pela comunidade científica.

Este trabalho de pesquisa pretende ser uma contribuição neste sentido, preencher as lacunas de coordenação vertical e horizontal nos diferentes níveis da GIRH. Contudo, diante das dimensões e da complexidade que envolve uma análise dessa natureza, este manuscrito não tem a pretensão de esgotar este assunto no âmbito do estudo de caso.

A estratégia adotada consiste na verificação da coerência e unidade estrutural entre as diferentes organizações identificadas no sistema hídrico em estudo, por meio da análise dos estudos comparativos em governança dos recursos hídricos da OCDE, a saber:

- *Water Governance in Latin America and the Caribbean: a multi-level approach*, elaborado por: Akhmouch (2012); e
- Governança dos Recursos Hídricos no Brasil, elaborado por OCDE (2015).

O primeiro trabalho refere-se ao relatório da OCDE publicado em 2012 sobre pesquisas e avaliações comparativas da governança da água em vários níveis de governo de países da América Latina. O objetivo final era identificar as principais lacunas de governança e apoiar a troca de experiências entre os países sobre como superá-las.

Neste trabalho da OCDE, treze países da América Latina relatam as principais lacunas políticas em vários níveis e instrumentos de coordenação que foram implementados nos vários países.

O estudo compreende países em desenvolvimento e em transição e também os países industrializados que integram a OCDE. No Apêndice 9 o leitor pode conferir o mapeamento institucional do nível de governo central na América Latina.

A estrutura de governança é organizada em torno de sete lacunas que são resumidas na Tabela 9. Conforme observa-se a média para todas as lacunas de governança é de cerca de 70% nos países da América Latina.

Tabela 9. Principais lacunas de governança em vários níveis na formulação de políticas hídricas dos países da América Latina – 2012

Lacuna importante ou muito importante	Número de países	Exemplos
Lacuna política	12 de 12	Argentina, Brasil, Chile, Costa Rica, República Dominicana, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicarágua, Panamá, Peru
Lacuna de responsabilização	11 de 12	Argentina, Brasil, Chile, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras México, Nicarágua, Panamá, Peru
Lacuna de financiamento	10 de 12	Argentina, Chile, Republica Dominicana, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicarágua, Panamá, Peru
Lacuna de capacitação	9 de 12	Chile, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicarágua, Panamá, Peru
Lacuna de informação	9 de 12	Argentina, Brasil, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicarágua, Panamá, Peru
Lacuna de administração	6 de 12	Peru, Honduras, El Salvador, Brasil, Nicarágua, Guatemala
Lacuna de objetivo	4 de 12	Costa Rica, Guatemala, Honduras, Nicarágua

Nota: Cuba não respondeu à pesquisa

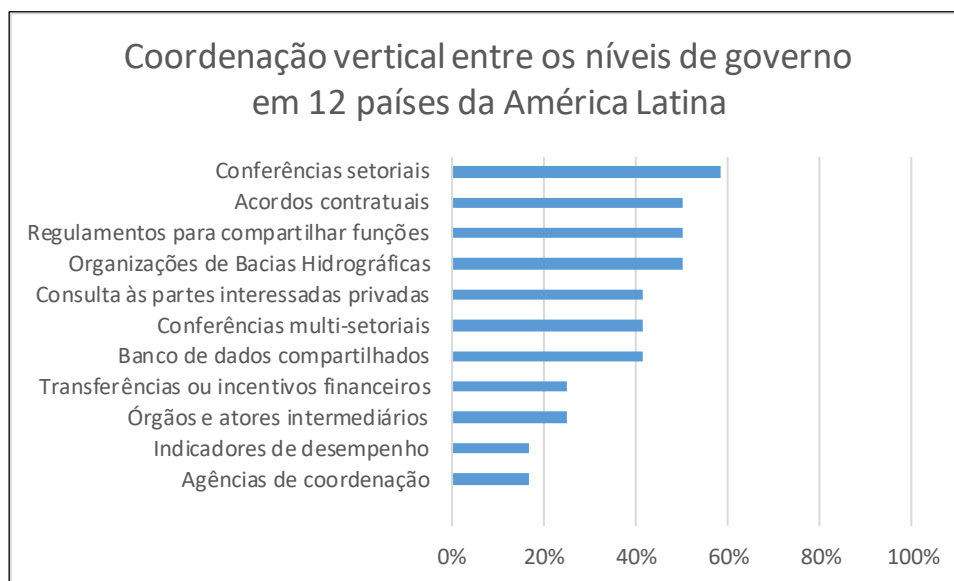
Fonte: Akhmouch (2012) tradução nossa

Segundo Akhmouch (2012), existe uma ampla gama de mecanismos para coordenar as políticas hídricas em todos os níveis de governo. Isso inclui, por exemplo, a consulta de atores privados (incluindo grupos de cidadãos, “associações e sociedade civil” de usuários de água) e transferências e incentivos financeiros entre os níveis de governo (por exemplo, subsídios direcionados *versus* subsídios de propósito geral para financiamento de infraestrutura, tal qual o Procomitê ou Progestão identificados na organização em foco).

Akhmouch (2012), ainda relata outros instrumentos como as agências de coordenação, arranjos contratuais, conferências setoriais, indicadores de desempenho, regulamentos, bancos de dados compartilhados, organizações de bacias hidrográficas, regulamentos e indicadores de desempenho e órgãos intermediários.

No estudo observa-se que alguns países da América Latina optaram por usar todos os mecanismos listados no gráfico da Figura 65, enquanto outros não, devido à política de água centralizada e envolvimento limitado de atores subnacionais.

Figura 65. Coordenação vertical entre os níveis de governo na América Latina



Fonte: Akhmouch (2012), tradução nossa

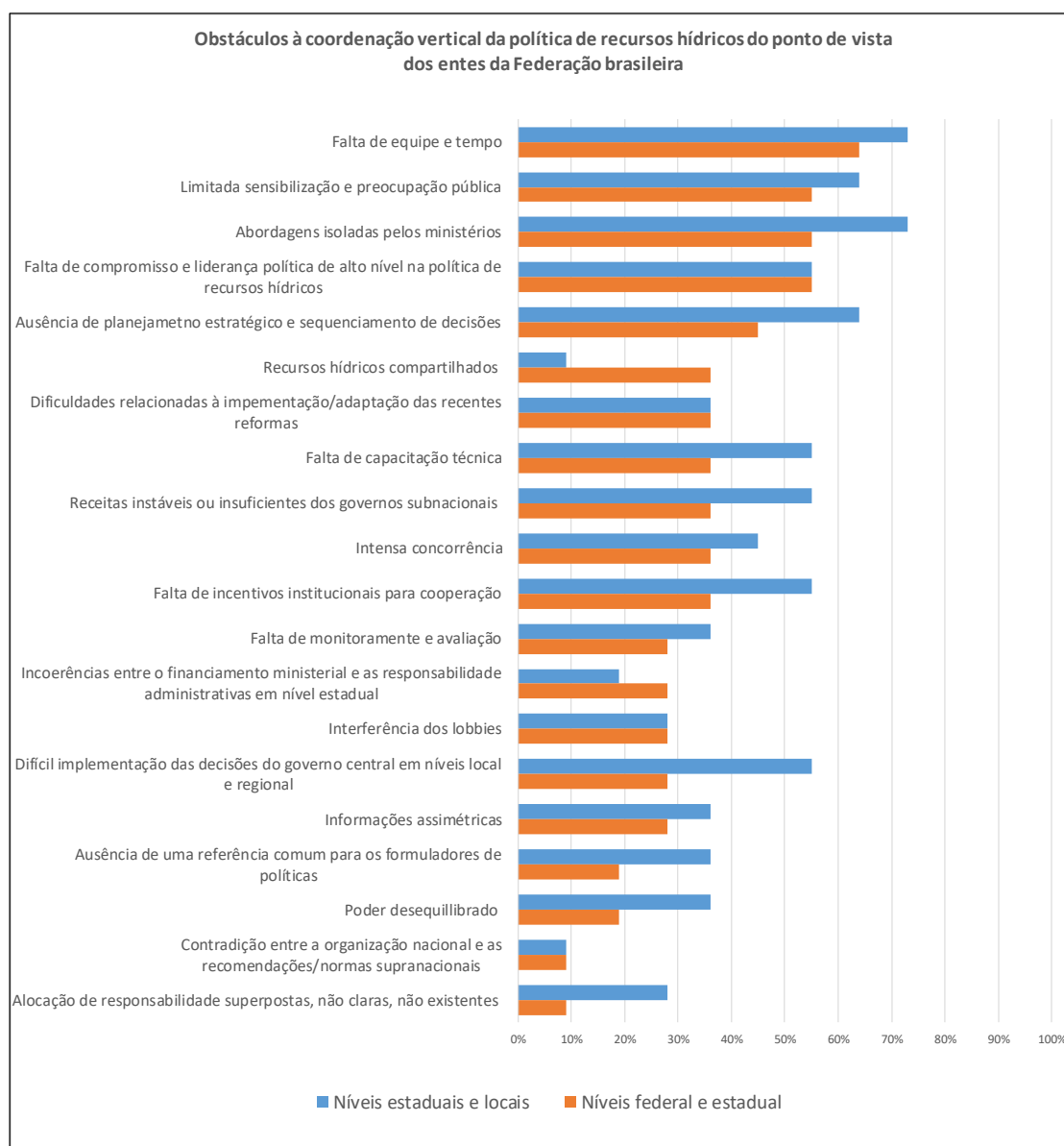
Todos os países da América Latina, segundo Akhmouch (2012), **revelam sobreposição e atribuições pouco claras de funções e responsabilidade como um grande problema. Somada à falta de preocupação cidadã e o baixo envolvimento de grupos usuários de água.**

Ambas as lacunas de governança são claramente desafios de coordenação. A falta de capacidade institucional e de financiamento é um obstáculo que, aparentemente, não é fácil de ser superado mesmo nos países industrializados da OCDE.

Da mesma forma, a OCDE (2015) apresenta os principais obstáculos à coordenação vertical da GIRH do ponto de vista dos estados brasileiros. O relatório informa que os obstáculos mais frequentes à coordenação vertical da GIRH envolvem: i) a falta de equipe e tempo, ii) a limitada consciência e atenção pública das questões hídricas, iii) abordagens isoladas dos ministérios, iv) falta de liderança e compromisso político, bem como; v) a ausência de planejamento estratégico, etc., vide gráfico da Figura 66.

Segundo as pesquisas da OCDE (2015) durante o diálogo sobre as políticas da GIRH, 50% dos estados pesquisados avaliaram que **falta preocupação dos cidadãos sobre as questões relativas à água.** Da mesma forma, para 50% dos órgãos gestores estaduais avaliados, **a ausência de planejamento estratégico prejudicava a implementação correta do Pacto Nacional Pelas Gestão das Águas.**

Figura 66. Obstáculos à coordenação vertical da política de recursos hídricos do ponto de vista dos estados



Nota: as barras representam a porcentagem de estados que indicaram um determinado obstáculo na coordenação entre os níveis estaduais e locais (em azul), e entre os níveis federal e estadual (em vermelho).

Fonte: OCDE (2015)

A OCDE (2015) observa que o grau de fragmentação da gestão é geralmente mais alto entre estados e municípios do que entre os níveis federal e estadual. Outro ponto destacado no relatório é que o sistema nacional de gestão de recursos hídricos não estabelece vinculações suficientes entre a gestão dos recursos hídricos e o saneamento, isto afeta tanto a qualidade quanto a quantidade da água.

Ademais, a OCDE (2015) reforça, que a complexa relação da água com outras áreas de políticas públicas requer um bom conhecimento, em termos científicos e técnicos, e **conscientização em alto nível político**.

O relatório infere que enquanto especialistas em águas buscam uma abordagem integrada, os tomadores de decisão (com maior peso político) tendem a focar em gestão das crises ao invés de gestão do risco.

A OCDE (2015), assertivamente, reconhece que o enfrentamento dos desafios atuais e futuros está em articular e mobilizar a questão dos recursos hídricos **na arena política e na tomada de decisões de alto nível**.

Na prática, o Conselho Nacional de Recursos Hídricos - o S5 do nível de recursão R1-RHAT e da R2-BHRJ do sistema hídrico em estudo - deveria se dedicar à melhoria da coordenação intersetorial. Porque, conforme evidenciamos a integração intersetorial é uma preocupação desde o nível internacional até o nível de sub-bacia hidrográfica.

Por isso, a OCDE (2015) enfatiza que a orientação governamental sobre esse assunto é importante para garantir que a água seja levada em consideração em todos os planos setoriais. A determinação exige as condições para as adaptações e inovações propostas.

O relatório da OCDE (2015) ainda destaca que nos últimos anos houve uma proliferação de planos de recursos hídricos estaduais e interestaduais os quais são frequentemente elaborados dissociados de outros planos setoriais em que a demanda e disponibilidade de água deveria ser considerada, tal qual constamos na organização em foco.

Observamos que os PerRH e PBHRF são documentos valiosos, com informações riquíssimas, cujos objetivos, metas, prioridades e prognósticos estão à disposição. Entretanto, as organizações e os diversos setores da GIRH não dispõem da variedade requerida para operacionalizar suas intenções.

As conclusões da OCDE (2015) consideram que o planejamento pode ser um poderoso veículo de integração entre ministérios e níveis de governo, mas seu potencial não tem sido totalmente explorado no Brasil. E da mesma forma no Tocantins.

Como vimos a revisão do Plano Nacional de Recursos Hídricos (2022-2040), em andamento, oferece uma oportunidade para a GIRH de transpor inconsistências e minimizar contradições entre as políticas setoriais.

Também é importante destacar a análise da OCDE (2015) sobre a relevância da discussão dos planos setoriais no âmbito do CNRH (S5) e do CERH (S5). Além, disso o

fortalecimento das interações bilaterais da ANA - o S4 do nível de recursão R1-RHAT e R2-BHRJ do sistema hídrico em estudo -, com outras agências setoriais é também fundamental.

Neste sentido, nos termos do VSM é essencial que o propósito e os objetivos da organização sejam compartilhados por todos os níveis recursivos. A natureza profundamente sistêmica do VSM permite a coordenação das funções e dos aspectos que envolvem as organizações em seus vários níveis de recursão interligados.

Dos estudos comparativos da OCDE podemos concluir que o desenvolvimento da capacidade institucional para GIRH é variedade requerida no S5 e no S4 dos diferentes níveis de recursão da gestão do sistema hídrico em estudo, assim como na organização em foco.

Tendo em vista as muitas melhorias que caracterizaram a governança da água no estado do Tocantins nas duas últimas décadas - além de considerar as soluções baseadas na aprendizagem e adaptação das organizações -, saber como os participantes da pesquisa avaliam o cumprimento das funções e competências da governança multinível envolvida na escala da BHRF, esteve entre as preocupações desta pesquisa.

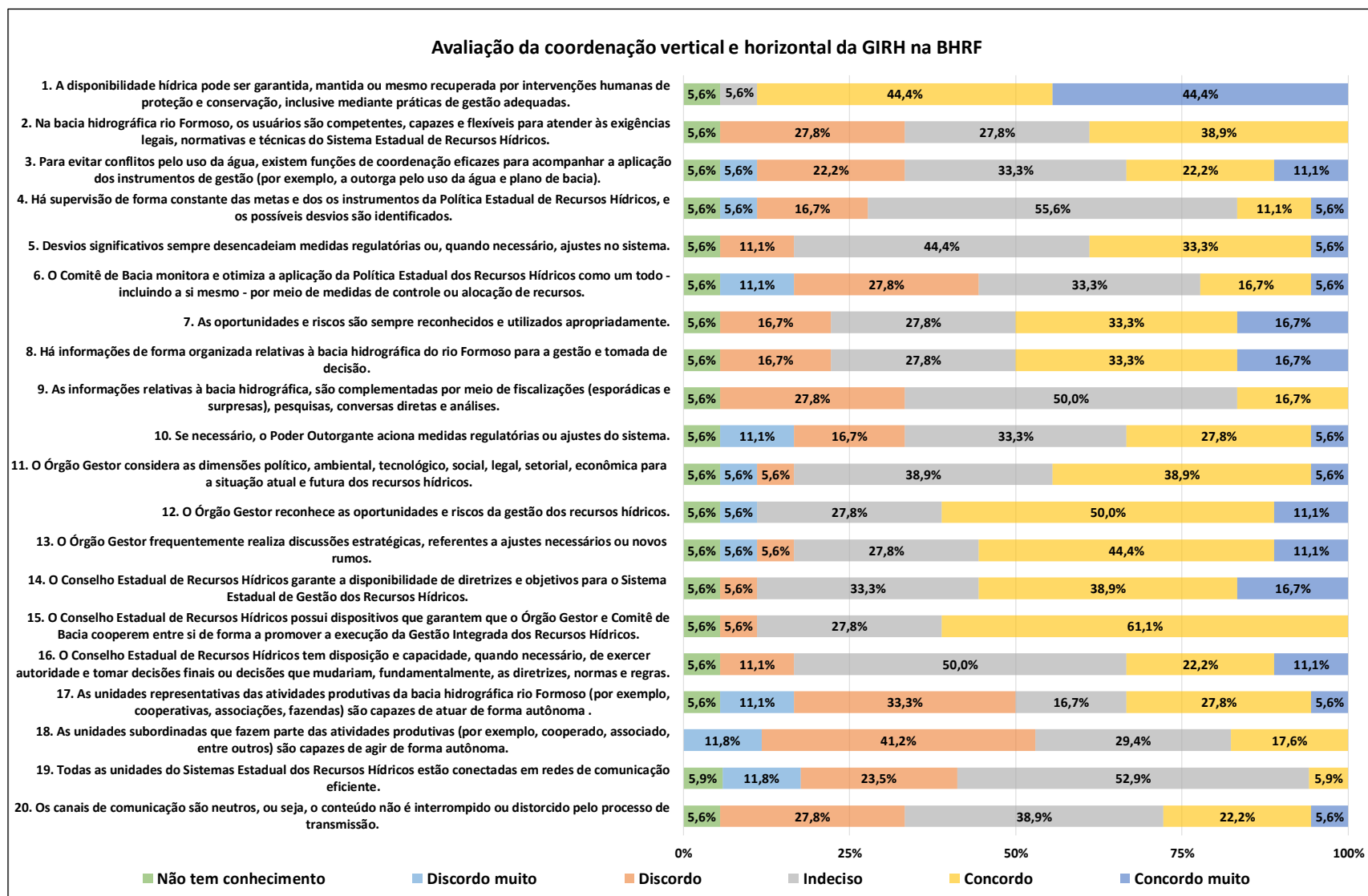
Do total de 33 membros do CERH (S5) 30,3% responderam o questionário, e do total de 31 representantes do (S3) CBHRF 25,8% responderam. As respostas são de um número limitado de representantes de ambas as instâncias colegiadas e, portanto, precisam ser interpretadas com algum cuidado.

Na composição do gráfico *Likert* da Figura 67 o leitor poderá conferir a avaliação dos participantes da pesquisa. A avaliação forneceu uma visão geral inicial dos principais desafios relacionados à governança da água nos vários níveis de recursão da GIRH da organização em foco.

A avaliação reflete os desafios encontrados com base no estado do desenvolvimento institucional atual. O gráfico mostra as médias de satisfação em termos percentuais alcançadas pelas respostas em cada uma das questões das categorias do questionário da pesquisa, definidas com ênfase nas funções e canais de comunicação do VSM.

A escala *Likert* apresentou respostas com desvios-padrão médio de 0,25 grau entre as respostas, oscilando entre 0,16 e 0,31 grau, conforme se observa no Quadro 2. Nas categorias que tratam da gestão operacional (questão 6 e 10) e os princípios de comunicação (questões 17 e 19) foram avaliadas negativamente.

Figura 67. Avaliação da coordenação vertical e horizontal da GIRH na BHRF



Fonte: elaboração da autora

Quadro 2. Ranking médio e desvios-padrão dos resultados na escala *Likert*

Questão	Ranking Médio	Desvio padrão
1. A disponibilidade hídrica pode ser garantida, mantida ou mesmo recuperada por intervenções humanas de proteção e conservação, inclusive mediante práticas de gestão adequadas.	4,41	0,16
2. Na bacia hidrográfica rio Formoso, os usuários são competentes, capazes e flexíveis para atender às exigências legais, normativas e técnicas do Sistema Estadual de Recursos Hídricos.	3,12	0,25
3. Para evitar conflitos pelo uso da água, existem funções de coordenação eficazes para acompanhar a aplicação dos instrumentos de gestão (por exemplo, a outorga pelo uso da água e plano de bacia).	3,12	0,29
4. Há supervisão de forma constante das metas e dos os instrumentos da Política Estadual de Recursos Hídricos, e os possíveis desvios são identificados.	2,94	0,26
5. Desvios significativos sempre desencadeiam medidas regulatórias ou, quando necessário, ajustes no sistema.	3,35	0,23
6. O Comitê de Bacia monitora e otimiza a aplicação da Política Estadual dos Recursos Hídricos como um todo - incluindo a si mesmo - por meio de medidas de controle ou alocação de recursos.	2,76	0,30
7. As oportunidades e riscos são sempre reconhecidos e utilizados apropriadamente.	3,53	0,26
8. Há informações de forma organizada relativas à bacia hidrográfica do rio Formoso para a gestão e tomada de decisão.	3,53	0,26
9. As informações relativas à bacia hidrográfica, são complementadas por meio de fiscalizações (espóradas e surpresas), pesquisas, conversas diretas e análises.	2,88	0,23
10. Se necessário, o Poder Outorgante aciona medidas regulatórias ou ajustes do sistema.	3,00	0,30
11. O Órgão Gestor considera as dimensões político, ambiental, tecnológico, social, legal, setorial, econômica para a situação atual e futura dos recursos hídricos.	3,35	0,25
12. O Órgão Gestor reconhece as oportunidades e riscos da gestão dos recursos hídricos.	3,65	0,24
13. O Órgão Gestor frequentemente realiza discussões estratégicas, referentes a ajustes necessários ou novos rumos.	3,53	0,26
14. O Conselho Estadual de Recursos Hídricos garante a disponibilidade de diretrizes e objetivos para o Sistema Estadual de Gestão dos Recursos Hídricos.	3,71	0,23
15. O Conselho Estadual de Recursos Hídricos possui dispositivos que garantem que o Órgão Gestor e Comitê de Bacia cooperem entre si de forma a promover a execução da Gestão	3,59	0,19
16. O Conselho Estadual de Recursos Hídricos tem disposição e capacidade, quando necessário, de exercer autoridade e tomar decisões finais ou decisões que mudariam, fundamentalmente, as diretrizes, normas e regras.	3,35	0,24
17. As unidades representativas das atividades produtivas da bacia hidrográfica rio Formoso (por exemplo, cooperativas, associações, fazendas) são capazes de atuar de forma autônoma.	2,82	0,31
18. As unidades subordinadas que fazem parte das atividades produtivas (por exemplo, cooperado, associado, entre outros) são capazes de agir de forma autônoma.	2,53	0,25
19. Todas as unidades do Sistemas Estadual dos Recursos Hídricos estão conectadas em redes de comunicação eficiente.	2,41	0,30
20. Os canais de comunicação são neutros, ou seja, o conteúdo não é interrompido ou distorcido pelo processo de transmissão.	3,06	0,26

Fonte: elaboração da autora

Podemos dizer então que, de modo geral, mais de dois terços dos respondentes se posicionaram na faixa de 0,25 grau de resposta de distância da média. Como a escala *Likert* utilizada possui cinco gradações de resposta 0,25 grau dos cinco possíveis (Concordo muito (5), Concordo (4), Indiferente (3), Discordo (2) e Discordo Muito (1)) representa 26% das opções de resposta.

O menor desvio-padrão de 0,16 grau encontrado na questão 1 refere-se ao reconhecimento da importância da gestão para manutenção e reprodução dos serviços hídricos na BHRF. Do ponto de vista dos participantes da pesquisa, podemos concluir que as práticas de gestão adequadas são reconhecidas como importantes para a sustentabilidade da bacia.

Interessante notar que o desvio-padrão de 0,30 grau para questão 6 indica maior divergência entre os participantes da pesquisa quanto a efetividade das funções do S3. Enquanto o S4 (questões 11, 12 e 13) e o S5 (14, 15 e 16) apresentam médias mais altas e desvios-padrão mais convergentes, os posicionando como mais efetivos ao exercerem suas funções. O resultado é sintomático e representa a visão fragmentada sobre a operações da organização em foco.

Nota-se que no ranking médio a avaliação atingiu apenas pontuações previamente definidas como indicador de patologia organizacional (pontuações: discordo muito (1), discordo (2), indeciso (3) e não tem conhecimento (?)).

Os resultados suportam alguns dos padrões gerais declarados, anteriormente, nos estudos comparativos da OCDE. O principal diz respeito às informações de monitoramento e avaliação da GIRH. Observa-se que a aquisição de informação de qualidade é, em geral, um desafio-chave para o aperfeiçoamento da tomada de decisão em todos os níveis de recursão do sistema hídrico.

Ademais, a demanda por **conscientização em alto nível político** sugere que as lacunas de governança política são comuns em todos os níveis da organização. Senão vejamos as declarações registradas por alguns participantes da pesquisa:

A dificuldade está no conflito de interesse entre os diversos setores e necessita maior interesse do estado na resolução do conflito de forma imparcial. (Membro do CERH)

Precisa-se de menos burocracia e mais efetividade. (Membro do CERH)

Os recursos hídricos são fatores limitantes para produzir, por essa razão os agricultores levam a sério a gestão hídrica. (Membro CBHRF)

O CBHRF não tem autonomia financeira para exercer seu papel constitucional. (Membro CBHRF).

Da mesma forma, quando analisamos a arquitetura e funções do S5 da organização em foco observamos que os avanços de estruturação do CERH, promovidos pelas mudanças do *framework* institucional formal da GIRH, **ainda não foram devidamente compreendidos e assimilados pela sociedade.**

Assim, pontua-se que uma patologia potencial adicional do S5, pode resultar de sua incapacidade de representar toda a organização que preside (a organização em foco) a partir das organizações superiores a que pertence (níveis de recursão anteriores).

Pérez-Ríos (2012), informa que a patologia produz uma desconexão entre organizações pertencentes aos diferentes níveis de recursão dentro da mesma organização global que integra. Assim, uma disjunção pode perturbar o funcionamento geral devido à incoerência entre as diferentes organizações nos vários níveis de recursão do sistema hídrico. Nesse caso, segundo Pérez-Ríos (2012), Lassl (2019b) e Schwaninger (2009) a cadeia de transmissão de valores, missão, etc., ao longo desses níveis pode ser interrompida ou o conteúdo das informações transmitidas pode ser distorcido.

Os gestores devem estar atentos, porque para Lassl (2019b), a longo prazo as ideologias que sustentam uma organização são difíceis de manter. Com o tempo o ambiente muda e as ideologias encontrarão cada vez mais variedades que não podem mais processar. Essa variedade residual acabará por atingir um nível que força a ideologia a mudar suas reivindicações e, assim, relativizar a si mesma, ou então enfrentar o destino de ser abruptamente substituída por uma ideologia alternativa.

6.1.5 Aproximações para uma estratégia de *design*

Nas seções anteriores procuramos entender os aspectos chave da sustentabilidade da BHRF através das lentes do VSM. Revisamos e questionamos, criticamente, as variedades com as quais a organização em foco deve se preocupar. Constatamos que a natureza dinâmica da organização em foco exige flexibilidade para constante adaptação às mudanças externas. Porque, embora o sistema de equilíbrio múltiplo para colocar em prática o *framework* institucional formal da GIRH represente um desafio, ao mesmo tempo é uma oportunidade para amplificação da variedade operacional.

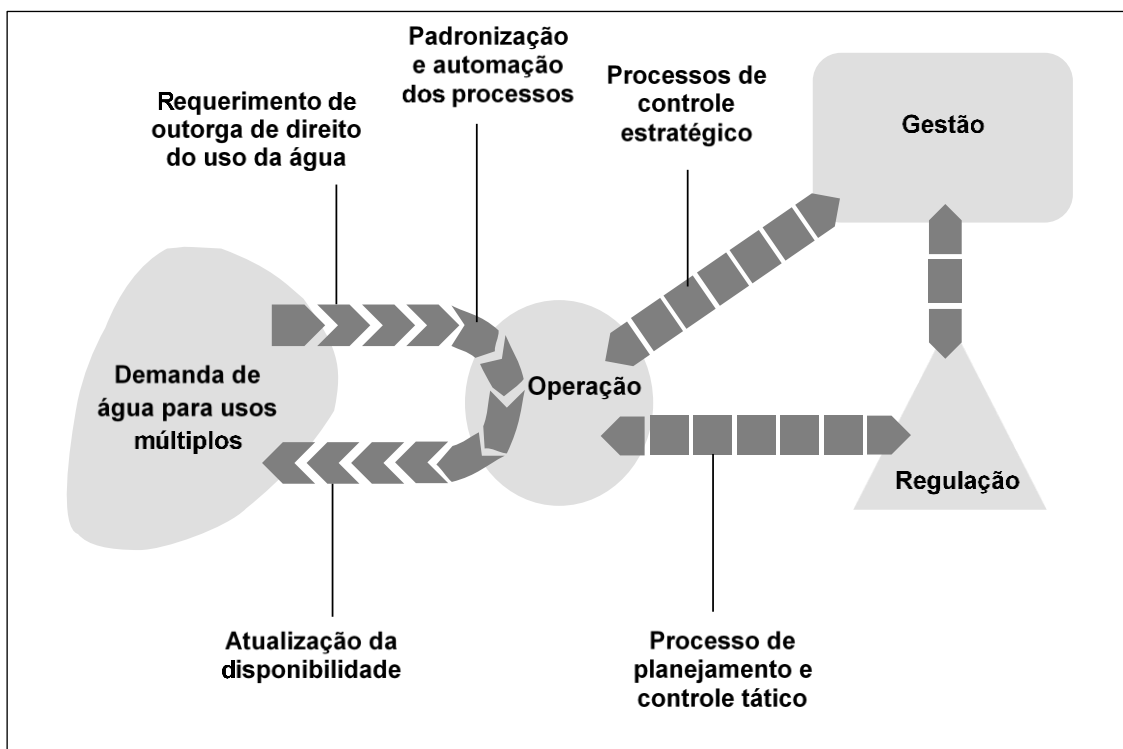
Neste estágio da pesquisa, apresenta-se sugestões, que são projeções para comparar as estruturas atuais com estruturas desejáveis para a GIRH. Seguindo o que preconiza Lassl (2019c), entende-se que a melhor imagem para o processo que se apresenta aqui seja a de "elaborar uma pintura" onde se apresenta um esboço, que pode ser refinado a partir de interações entre os vários atores organizacionais deste estudo de caso, até que a pintura final (ou no nosso caso: modelo organizacional) emerja.

Dessa forma, abordaremos as facetas mais detalhadas do diagnóstico *versus design*, para as diferentes funções e canais do VSM nas dimensões da gestão operacional, estratégica e normativa da organização em foco, levando-se em consideração a abordagem proposta na seção 3.2.4.

No estudo de caso, vimos como é crucial definir e distinguir claramente os diferentes propósitos predominantes em uma organização para chegar a uma estrutura organizacional sólida e viável. Conforme restou demonstrado os processos necessários para compatibilizar a demanda e a disponibilidade hídrica para os usos múltiplos formam a base e o núcleo da organização em foco. As principais variedades a serem processadas estão, na terminologia do VSM, no seu S1, a unidade primária da organização em foco.

Esses processos são a base para viabilidade da organização e os ambientes específicos dos quais a organização vive. Portanto, consiste em todas as funções e processos operacionais primários necessários para garantir a manutenção do propósito da organização em foco, bem como todos os processos de controle imediatos necessários, conforme descritos em síntese na representação esquemática da Figura 68.

Figura 68. Representação esquemática dos principais processos operacionais para processar a demanda de água para usos múltiplos na BHRF



Fonte: adaptado e modificado de Lassi (2019c)

A Tabela 10 sintetiza os principais pontos do diagnóstico e apresenta medidas para estabilização dos sistemas de equilíbrio das variedades proliferantes da gestão operacional da organização em foco.

Tabela 10. Do diagnóstico às diretrizes para o *design* da gestão operacional

Situação atual Gestão Operacional	Medidas Gestão Operacional
<p>S0<->Ambiente -Desequilíbrio entre operação e ambiente: disfunção nos amplificadores e atenuadores das variedades proliferantes decorrentes das incertezas sobre a demanda e disponibilidade hídrica</p> <p>-Ausência de limites claros entre operação e ambiente</p> <p>-Conflitos recorrentes da incompatibilidade entre demanda e disponibilidade hídrica para usos múltiplos</p>	<p>S0<->Ambiente -Como a variedade operacional é inerentemente menor que a do ambiente, a organização em foco deve amortecer e controlar a variedade ambiental por meio dos atenuadores do sistema de equilíbrio entre demanda e disponibilidade hídrica, prescritos no <i>framework</i> institucional da GIRH</p> <p>-Para definir o S1, é importante traçar seus limites corretamente, por meio de sua devida representação nas unidades primárias da BHRF</p> <p>-A amplificação da variedade do S5 e do S3 é fundamental para ancoragem do propósito organizacional nas unidades primárias</p>
<p>S1 -Fragmentado pelo déficit institucional de implementação da AgB</p>	<p>S1 -Reforçar os poderes de intervenção do CBHRF e CERH para situações críticas e amplificar a variedade do S1 formalizando a AgB</p>
<p>S2 -Baixa variedade operacional</p> <p>-Limitada capacidade institucional para manter a estabilidade do sistema de equilíbrio entre demanda e disponibilidade hídrica</p>	<p>S2 -Amplificar a variedade do S2 para definição de objetivos mensuráveis de acordo com calendários pré-determinados à escala e nível de gestão com participação do S3</p> <p>-(Re)Projetar/melhorar substancialmente sistemas de informação e comunicação, e em particular plataformas e gerenciamento de dados dos centros reguladores locais</p>
<p>S3 -Baixa variedade operacional para aplicação e acompanhamento do PBHRF</p> <p>-Ausência de autoridade para fazer cumprir os projetos de otimização operacional da organização, tal qual a cobrança pelos usos da água</p> <p>-Ausência de prestação de contas pela organização em geral</p>	<p>S3 -Amplificar a variedade do S3 fomentando o envolvimento das partes interessadas e a cooperação S1-S2-S3</p> <p>-S5 deve monitorar e orientar, indiretamente, a discussão entre o S3 e o S4. Utilizar a Sala de Situação como forma de integrar e construir estratégias de operacionalização das deliberações do S3</p> <p>-Estabelecer critérios e rotinas para elaboração de planos operacionais, de capacitação ou prestação de contas, detalhando as prioridades estabelecidas no PBHRF</p>
<p>Canal S3-S1 -Ausência dos canais de negociação de recursos, responsabilidade socioambiental e retransmissão de instruções</p>	<p>Canal S3-S1 -Estabelecer protocolos rígidos e transparentes de alocação de recursos e retransmissão de instruções em cooperação com S4, S2 e S3*</p>
<p>S3* -Baixa variedade operacional para o processamento dos cadastros de usuários, outorgas e fiscalização sistemática da conformidade e não conformidade das normas</p>	<p>S3* -Atribuir competências a todas as autoridades responsáveis e sujeitas a monitoramento e avaliação periódicas, estabelecimento de SINAL DE ALERTA! -Amplificar a variedade do S1 na prestação de serviços, operação de infraestruturas e execução de investimentos</p>
<p>Canal S1-S2-S3 -Meta sistema operacional muito pequeno para processar a variedade residual não filtrada pelo déficit institucional de S1</p>	<p>Canal S1-S2-S3 -Calibrar o meta-sistema operacional definindo um protocolo rígido de segmentação dos ambientes específicos do S1 quanto aos usos e usuários, por meio da regularização cadastral. Priorizar a construção de repertório comportamental para diferenciação, modularização, redundância, descentralização e autonomia do S1</p>

Fonte: elaboração da autora

De outro modo, o *design* das funções secundárias é em muitos aspectos semelhante ao das funções primárias. As funções secundárias não são o modelo básico da própria organização, mas precisam ser incorporadas no lugar certo do modelo básico das funções primárias.

Dado que as variedades entre as funções primárias e secundárias são diferentes, é necessário prever mecanismos especiais de tradução e mediação entre elas. As funções secundárias tendem a ter menos variedade operacional do que as funções primárias, mas precisam entender e combinar a variedade operacional das funções primárias. Lassl (2019c) destaca que o perfil sistêmico das funções secundárias muitas vezes não é suficientemente reconhecido em sua totalidade.

As Tabelas 11 e 12 sintetizam os principais pontos do diagnóstico e apresentam medidas para estabilização dos sistemas de equilíbrio das variedades proliferantes da gestão estratégica e normativa, respectivamente.

Tabela 11. Do diagnóstico e às diretrizes para o *design* da governança estratégica

Situação atual Gestão Estratégica	Medidas Gestão Estratégica
<p>S4</p> <ul style="list-style-type: none"> • As inovações produzidas pelos PBHRF e PeRH não são incorporadas pela organização • Ausência da avaliação dos impactos das estratégias propostas • Visão fragmentada da organização em foco • Baixa capacidade institucional para a operacionalização e descentralização do SEIGRH 	<p>S4</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fortalecer o processo dialógico entre o S3 com o S4 como estratégia de nivelamento das prioridades e operacionalização do PBHRF e amplificação da variedade do meta-sistema estratégico • Implementar avaliação contínua (<i>feedback</i>) por meio de indicadores de processo e de resultados • Fomentar a orientação de longo prazo e o <i>design</i> integrado do sistema de gestão • Fortalecer a comunicação com o público e o ambiente
<p>Canal S4-S3</p> <ul style="list-style-type: none"> • S3 não incorpora as estratégias de S4 • Desconhecem as restrições decorrentes da constituição do S1 	<p>Canal S4-S3</p> <ul style="list-style-type: none"> • Envolver o alto nível de gestão mais firmemente na elaboração de estratégias • Implementar a AgB

Elaboração da autora

A GIRH foi concebida num contexto amplo influenciada pela emergência das reformas dos estados-nação. Como vimos na seção 3.1.1, a GIRH abarca uma tendência descrita como uma mudança do governo à governança.

Os princípios e valores democráticos conectados com a GIRH se desdobram em grande poder. Na gestão da BHRF, especialmente o Parlamento das Águas - CERH, deve se apoiar, consistentemente, nos princípios de liberdade e responsabilidade, senso de bem comum e confiança nas instituições para executar as funções sob sua responsabilidade.

No *framework* institucional formal da GIRH, a base normativa para tomada de decisão no nível do CERH está, claramente, definida. Mas falta clareza sobre as responsabilidades, e principalmente comunicação com o S4 e o S3.

Tabela 12. Do diagnóstico e às diretrizes para o *design* da governança normativa

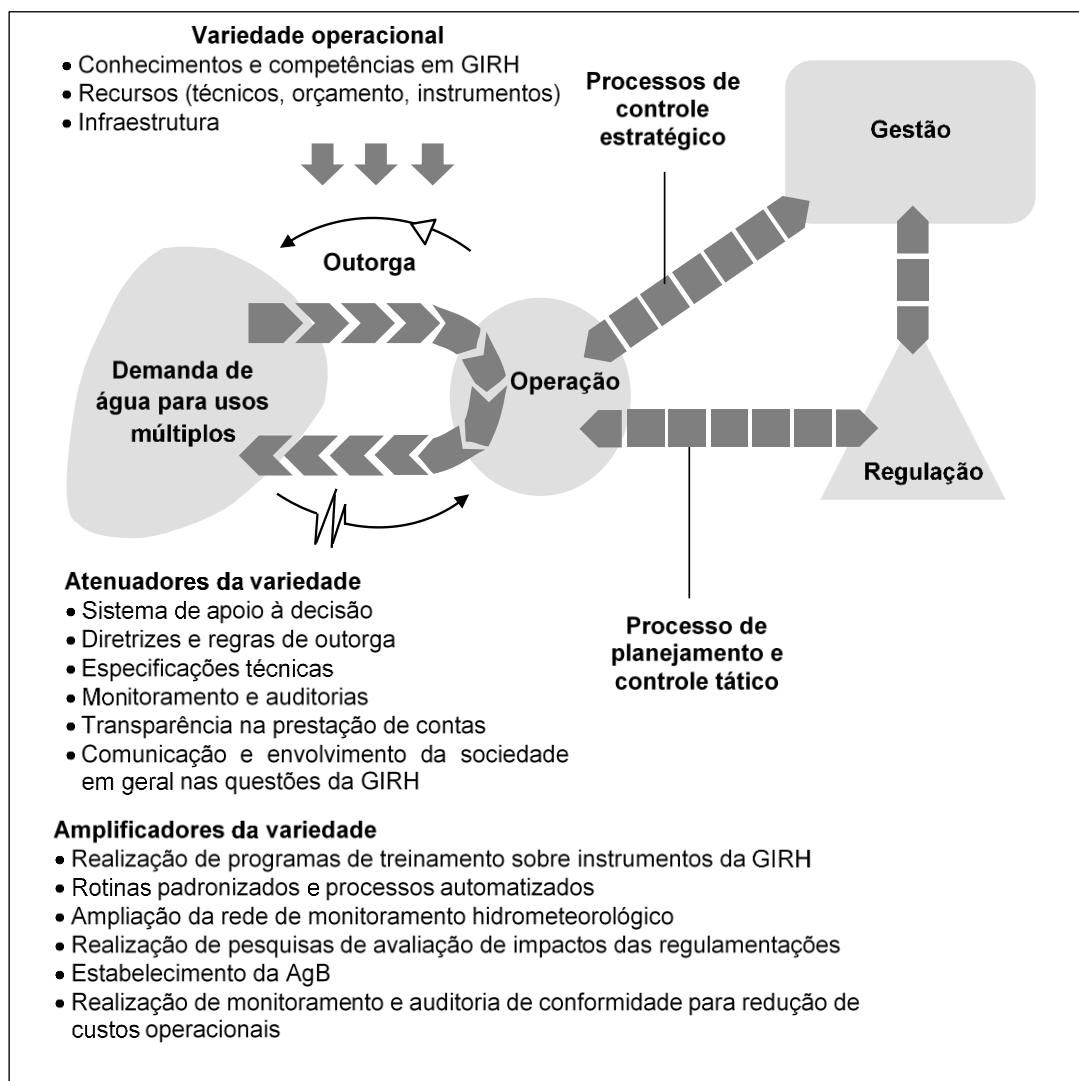
Situação atual	Medidas
<p>S5</p> <ul style="list-style-type: none"> • Base normativa bem definida • Ausência de autoridade para a tomada de decisão final • Ausência de conhecimento sobre missão, funções e competências • Ausência do canal algedônico 	<p>S5</p> <ul style="list-style-type: none"> • Difusão e comunicação com à sociedade sobre as funções do CERH no contexto da GIRH • Envolvimento do alto nível de gestão nas deliberações do S5 • Nivelamento sobre a missão, funções e competências do CERH • Estabelecer um sinal de alerta para gestão de crise, por meio da intervenção do S4 e do S3 e o SINAL DE ALERTA do S3*
<p>Canal (S3-S4) – S5</p> <ul style="list-style-type: none"> • S5 incorpora função de câmara de registro • Canal de comunicação deficiente 	<p>Canal (S3-S4) – S5</p> <ul style="list-style-type: none"> • Assumir o posto de autoridade suprema do SEGRH, fundamentado nos princípios constitucionais de Democracia e Soberania • Configurar o canal algedônico, por meio do monitoramento das auditorias de conformidade do S3*. Comunicação S3-S4 para acionamento da autoridade suprema S5.

Elaboração da autora

Após uma visão da arquitetura sistêmica da governança dos recursos hídricos na BHRF, os gestores devem decidir por onde começar a mudança. Pesar os vários fatores interconectados é um desafio. Em muitos casos, haverá uma opção entre uma iniciativa mais facilmente alcançável, introduzindo-as em uma sequência de iniciativas planejadas.

A Figura 69 apresenta uma síntese do *design* para a modelagem da governança sistêmica para GIRH na BHRF. A proposta permite que os gestores se concentrem na mudança de elementos da organização de maneira discreta, enquanto gerenciam as interfaces entre esses elementos de mudança e os demais fatores da organização, para que a mudança não seja impedida pela resistência por meio de questões de limite.

Figura 69. Proposta de *design* para um Modelo de Sistema Viável em OBHs

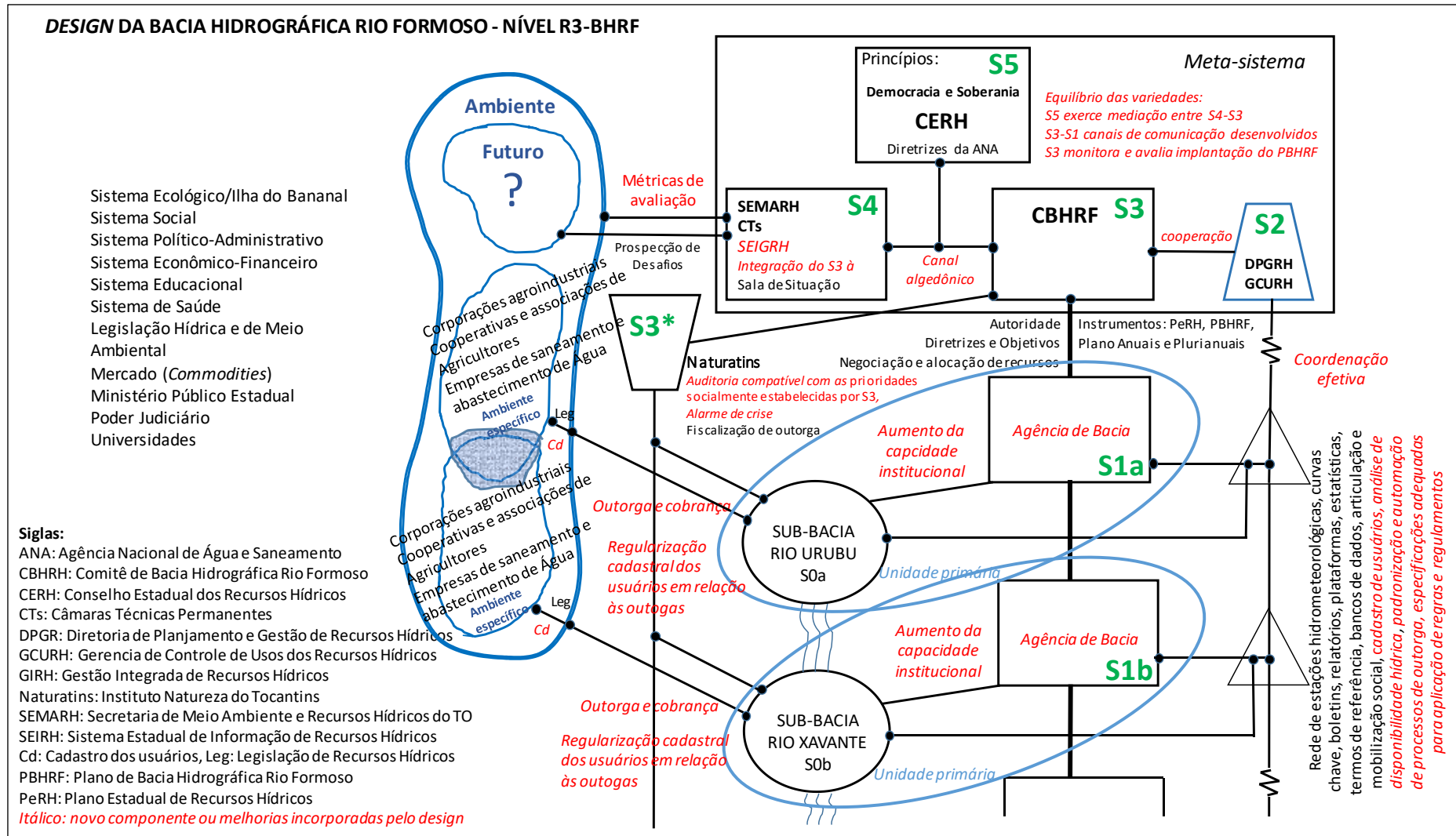


Fonte: adaptado e modificado de Lassi (2019c)

A sequência da mudança precisa ser planejada para que cada estágio ajude a preparar as mudanças subsequentes, seja criando redundância estrutural (geralmente na forma de tempo de gerenciamento liberado do “combate a incêndios”) ou removendo obstáculos estruturais para mudanças subsequentes.

Na GIRH isso pode envolver vários fatores. A regra geral é que a mudança deve ser praticável e válida. A avaliação da factibilidade deve incluir a avaliação da capacidade relativa de mudança das unidades em questão. Na Figura 70 o leitor poderá conferir um novo mapeamento do VSM, concebido a partir das inovações e modificações propostas por esta pesquisa.

Figura 70. Do mapeamento da situação atual a proposta de *design* para a governança dos recursos hídricos na BHRF



Nota: Template, gentilmente, cedido pelo Prof. Dr. Markus Schwaninger
 Fonte: Elaborado pela autora

CAPÍTULO VII

“Management is not the child’s play its critics suppose”

Stafford Beer (1985)

“Cybernetics is about all manner of control, all kinds of structure, all sorts of system. Automation belongs here. But to the science of cybernetics as a thinking-tool for solving the control problem that besets industry, automation is irrelevant”.

Stafford Beer (1981)

A vida é uma ilha, aqui e agora, num mundo agonizante. O processo pelo qual nós, seres vivos, resistimos ao fluxo geral de corrupção e desintegração é conhecido por homeostase. Podemos continuar a viver no ambiente muito especial que transportamos conosco somente até o momento em que começamos a desintegrar-nos mais rapidamente do que podemos nos reconstruir. Então morremos.

Norbert Wiener

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo fornecemos ao leitor as conexões entre os achados do estudo de caso, a teoria subjacente e o VSM. Espera-se que as considerações possam balizar a construção de um **Programa de Desenvolvimento da Capacidade Institucional para GIRH na BHRF**.

Inicialmente, destaca-se que este trabalho de pesquisa apresentou as contribuições teóricas e metodológicas a que se propôs. O processo de trabalho possibilitou a proposição de uma abordagem abrangente para representação dos processos de governança e gestão integrada de recursos hídricos, com vistas ao desenvolvimento de capacidade institucional para inovação e sustentabilidade das Organizações de Bacias Hidrográficas (OBHs).

Em toda literatura analisada não se identificou uma abordagem tão promissora como a do VSM para tratar da urgente demanda por estruturas distribuídas recursivamente, que utilizam a coordenação horizontal e vertical como um mecanismo de alinhamento primário, própria para lidar com a complexidade ambiental inerente às OBHs.

Sob o enfoque estrutural e funcional, o VSM revelou-se uma ferramenta poderosa para o tratamento da governança multinível dos recursos hídricos por meio de uma abordagem não estática, mas dinâmica, iterativa.

O VSM instrumentaliza o analista, mas é exigente no sentido do que expressa um dos aforismos mais famosos do pensamento sistêmico: “tudo é dito por um observador”. O rigor do VSM implica capacidade de análise, olhar abrangente, mas também específico. O VSM amplifica a variedade operacional da BHRF porque possibilita compreender e melhorar os mecanismos de amplificação da capacidade institucional das OBHs.

Portanto, um programa poderia partir da implementação das estratégias propostas por esta pesquisa para o *design* da modelagem do VSM da BHRF e para as demais OBHs do estado do Tocantins.

7.1 EM BUSCA DE UMA ABORDAGEM DINÂMICA DE REFERÊNCIA

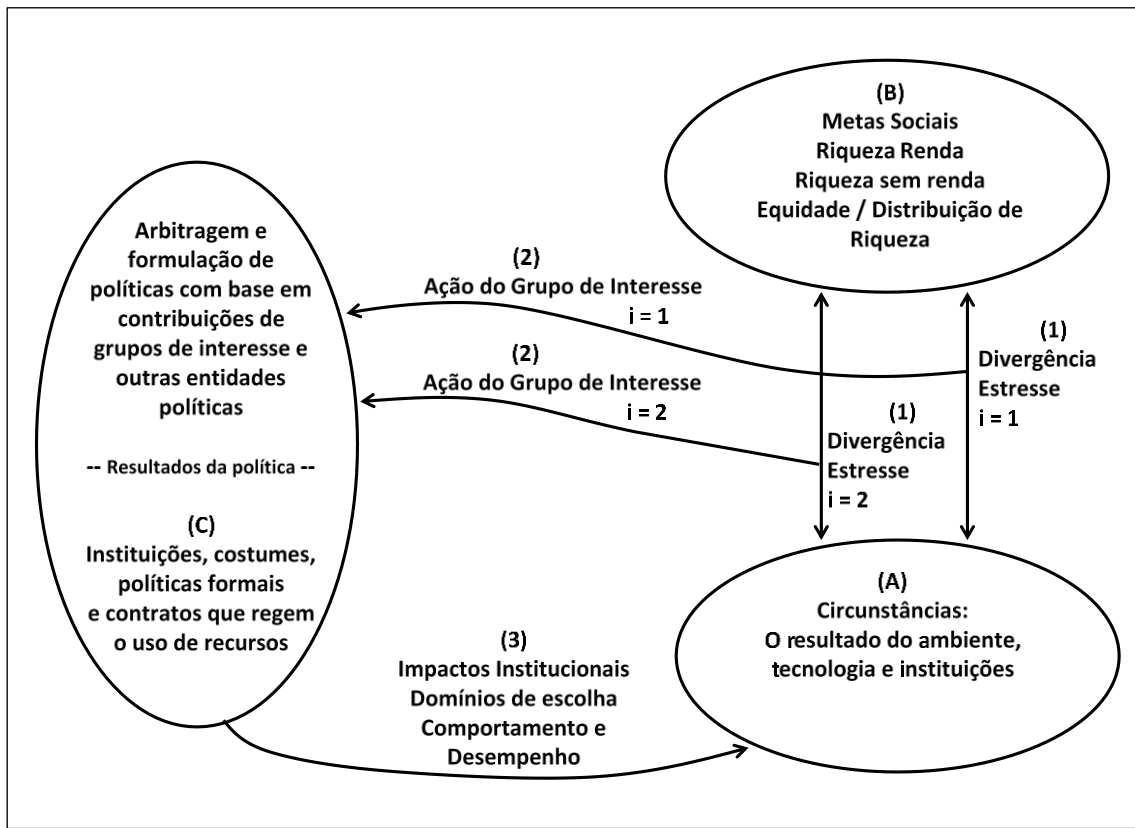
Na seção 3.1.2, ao tratarmos dos conceitos chave, das forças envolvidas e os impactos percebidos pelos autores que discutem a mudança institucional, observou-se que toda instituição está sujeita a influências e, portanto, a mudanças, e essas mudanças podem ser intencionais ou não.

Também foi possível constatar que a mudança institucional depende de muitos elementos que incluem a estabilidade e a dependência da trajetória das instituições. Como vimos, organizações e instituições interagem, e ao interagirem podem alterar as instituições.

Livingston (1993, 2018), apresenta um modelo de mudança institucional mais holístico e inclusivo do que os tradicionais modelos de mercado. No modelo de Livingston o papel das circunstâncias técnicas, objetivos não monetários, grupos de interesse e de poder são considerados.

Segundo Livingston (1993, 2018 p. 816), “os modelos institucionais são abstraídos do mundo real”. O diagrama da Figura 71 ilustra um modelo descritivo de mudança institucional. O modelo começa com o elemento A. As circunstâncias constituem o estado de coisas que definem nosso mundo e são determinadas por três fatores: o ambiente, a tecnologia e as instituições.

Figura 71. Modelo descritivo de mudança institucional



Fonte: Livingston (1993, 2018, tradução nossa)

A divergência, de acordo com o elemento (1), é a principal força motriz do modelo. A demanda por inovações institucionais emerge quando, para um grupo específico, há uma discrepância entre o equilíbrio de resultados tecnicamente alcançável e desejável em termos de metas sociais e as circunstâncias reais, sob os arranjos institucionais vigentes.

Na BHRF, a força motriz é a necessidade de angariar novo capital para fins de conformidade, expansão ou reabilitação da estabilidade do sistema de equilíbrio entre a demanda e a disponibilidade hídrica, as normas de utilização e a conformidade dos usos, a inovação e adaptação institucional e entre a prevenção e resolução de conflitos inerentes à GIRH.

Para Brown (1982) apud Livingston (1993, 2018) a existência de estresse não é uma vaga abstração; é factualmente observável. O estresse/conflitos se manifesta quando os arranjos institucionais existentes são questionados por meio de ações de grupos de interesse, conforme observa-se no elemento (2) do modelo.

Uma mudança de circunstâncias contra um pano de fundo comum de metas sociais na alocação da água pode ser exemplificada pela indisponibilidade hídrica na BHRF. A seca restringiu o abastecimento de água e conseqüentemente pode ter reduzido a renda dos grupos de interesses que utilizam a água para um nível de produção inaceitável.

No modelo apreende-se que as questões sobre equidade, renda e não-renda surgem naturalmente, como reivindicações das partes interessadas. E segue-se o debate sobre para quem, e quanta água deve ser alocada, quando e por quê.

Como vimos, na BHRF os formuladores de políticas precisam converter demandas concorrentes em resultados de políticas para aliviar a situação problemática (C). Neste contexto o VSM pode ser concebido como uma ferramenta para avaliar as necessidades de mudança institucional, se as instituições existentes estão funcionando adequadamente, e se os objetivos sociais são cumpridos em um mapa de sistemas real, dinâmico e adaptativo, isto é, nas circunstâncias atuais.

Uma vez que as circunstâncias e objetivos estão em constante mudança, os sistemas de atividade humana estão sob pressão para se adaptarem de acordo. Isso exige uma modernização e reestruturação significativas da abordagem de prestação de serviço organizacional. Livingston (1993, 2018) afirma que grupos de interesse - usuários, agentes ou autoridades reguladoras - podem buscar as mudanças para melhorar seus interesses ou impedir inovações que os prejudiquem.

No estudo de caso, o VSM da BHRF e sua abordagem orientada para aprendizagem e adaptação possibilitou o tratamento dos problemas e das soluções preferenciais como socialmente construídas e muitas vezes influenciadas por considerações políticas estratégicas, assim como o modelo descritivo de Livingston (1993, 2018).

Assim, constata-se que o VSM possibilita o monitoramento e a avaliação da viabilidade organizacional por meio da avaliação da mudança de comportamento e dos impactos institucionais das reformas no setor da água, representados pelo elemento (3) do modelo de Livingston.

Portanto, assim como o modelo descritivo de mudança institucional, os resultados desta pesquisa com VSM convergem para processos de negociação transparentes para abordar a natureza multinível e multifacetada dos problemas de governança da água. **No qual a coordenação em escala cruzada, é essencial a viabilidade da BHRF.**

7.2 AS QUESTÕES DA PESQUISA

Nesta seção retornaremos às questões de investigação colocadas no início da pesquisa. Não há a pretensão de apresentar respostas definitivas às questões elencadas, nos limitaremos às conclusões e *insights* mais importantes.

Reafirma-se aqui a posição adotada na delimitação deste estudo, na qual a experiência desta pesquisa não busca uma solução ótima. Mas, um processo de aprendizagem, que leva a decisão de tomar certas ações, com o conhecimento de que isso, em geral, levará não à solução do problema, mas a uma nova situação, em que todo o processo poderá começar novamente.

Q1. Quais são as características atuais do *design* institucional da BHRF, qual é sua fisiologia e quais disfunções emergem de sua arquitetura organizacional básica?

A alocação de água: uma questão crítica para a BHRF

Na BHRF as instituições e estruturas de gestão estão formalmente estabelecidas, mas a falta de informações de qualidade, acessíveis e atualizadas. A deficiência é um entrave importante que impede que a governança se mova da gestão de crises para a gestão de riscos.

A variedade operacional requerida pelo *framework* institucional formal da GIRH não é devidamente atendida pela organização. Em primeiro lugar porque não há um conhecimento sobre o real universo de usos e usuários de recursos hídricos presentes na BHRF. Em segundo, a BHRF não apresenta um cadastro de outorgas efetivamente consolidado, o que debilita o processo de alocação.

O PBHRF havia constatado em 2007 e o PeRH em 2011 que em nível estadual a carência de informações sobre os usuários era significativa, motivo pelo qual recomendou fortemente a realização de ações para mitigar as dificuldades.

A adoção de uma abordagem sistemática para alocação da água é uma questão crítica para o VSM da BHRF. A variedade operacional requerida para o desenvolvimento da capacidade institucional em alocação dos recursos hídricos deve atender ao que dispõe a operacionalização sistemática das regras de outorga de forma associada às características das Áreas Estratégicas de Gestão e considerando os cenários futuros do PeRH e do PBHRF.

Q2. Que tipo de estrutura de inovação organizacional deve-se levar adiante, como capaz, de responder a complexidade que envolve o sistema descentralizado de governança dos recursos hídricos?

Informações, recursos financeiros e humanos insuficientes

Embora a órgão gestor e poder outorgante tenham equipes dedicadas e comprometidas, a capacidade institucional insuficiente impede a devida prestação de assistência à OBHRF. Os obstáculos para cumprir as exigências, em termos de fornecimento dos dados e informações podem representar um impedimento significativo para o êxito da GIRH e precisam ser cuidadosamente avaliados.

O fluxo insatisfatório de informações entre as distintas organizações compromete a implementação efetiva da governança, ao mesmo tempo em que a falta de informação pública sobre o progresso da implementação mina o apoio e a tão requerida participação popular na GIRH.

A falta de informações técnicas (dados consistidos, relatórios, estatísticas, manual de outorga, avaliação de impactos das regulamentações, diagnósticos, cadastros) e não técnicas (i. e. panfletos, comunicados à imprensa) também entram no rol de preocupações ao se adotar um programa para inovação organizacional na BHRF.

Uma questão-chave é como tornar o CERH e o CBHRF mais influentes e como garantir uma representação melhor e mais efetiva de todos os atores envolvidos. O importante é que as decisões sejam implementadas na prática.

Pode ser interessante rever a missão, valores e competências, no sentido de reafirmar os papéis dos atores organizacionais na governança multinível da BHRF. Isso poderá produzir um maior nível de consciência sobre as responsabilidades, limitações e capacidade de implementação do *framework* institucional formal da GIRH.

Nesse sentido, poderia ser desejável, e provavelmente sábio em situações futuras dar ênfase ao desenvolvimento da capacidade institucional do SEGRH, reafirmando seus planos, prioridades e principalmente a conscientização em alto nível político.

Um programa de fortalecimento do CERH e CBHRF por meio realização de pesquisas, diagnósticos rápidos e participativos e envolvimento dos membros no monitoramento da Sala de Situação pode gerar capital necessário para o engajamento dos diversos atores responsáveis pela GIRH na BHRF e estado do Tocantins.

Q4. Os incentivos não-econômicos empregados para a governança são ou foram efetivos para a conservação da bacia?

Precificação e custos de transação

Paradoxalmente, embora a GIRH vise, em parte, a preencher lacunas de informação, ela também gera custos de transação importantes. A implementação envolve o processamento das incertezas sobre a disponibilidade hídrica, uma grande quantidade de coleta de dados na forma de várias planilhas de acompanhamento de progresso das metas, contratos assinados, notas técnicas de certificação, e outros.

Como em todos os processos burocráticos, a minimização dos custos de transação requer considerações sobre os custos e benefícios de todos os componentes do sistema de alocação e a garantia de que as etapas administrativas só serão obrigatórias se oferecerem um benefício real.

Uma avaliação sistemática desses custos está além do escopo deste manuscrito, mas evidências não comprovadas sugerem que pelo menos alguns usuários de água consideram o processo como complicado e burocrático, uma verdadeira caixa preta.

Dessa forma, a interpretação é de que os sistemas de alocação de água devem ser estruturados de modo a minimizar os custos de transação, o que significa que eles não devem impedir investimentos na eficiência da água e nos usos de alto valor, e que ao mesmo tempo não consumam quantidades indevidas de tempo e de recursos.

No nosso contexto isso significa a definição de estratégias compatíveis com a capacidade institucional da BHRF, não deve estagnar as possibilidades de inovações. Contudo, a análise das inovações propostas deve ser criteriosa e o PBHRF deve ser convertido em metas mensuráveis a serem desenvolvidas a curto e médio prazo.

Também é interessante lançar luz ao debate sobre os conceitos e custos de transação envolvidos na cobrança pelo uso da água. Como vimos a implementação da cobrança pelo uso da água é tecnicamente complexa e requer uma sofisticada capacidade institucional, em termos de informação, monitoramento e implementação.

Na GIRH a cobrança pelo uso da água é um preço concebido pelo princípio do poluidor-usuário pagador. Este uso, por sua vez, pode se realizar por quantidade ou qualidade, tal como está reconhecido no *framework* institucional formal.

Do ponto de vista econômico, a cobrança da água deve atender para dois objetivos: o de financiamento da GIRH e o de redução das externalidades ambientais negativas.

Contudo, Motta (1998) discute desde início da formalização da GIRH que preços ótimos para o financiamento da gestão de recursos hídricos podem não representar necessariamente os preços adequados para atendimento de objetivos ambientais e vice-versa. Mais ainda, a criação de mercados de direitos comercializáveis, em certos casos especiais, pode ser mais eficiente que a cobrança.

No caso da provisão de água, Motta (1998) destaca que existem problemas adicionais para a precificação. Para o autor, a adoção das recomendações citadas no Quadro 3 devem ser também avaliadas considerando os custos de transação. Neste estudo de caso observa-se a grosso modo que estes custos são principalmente: legais, institucionais e de informação.

Quadro 3. Problemas adicionais para precificação dos usos da água

Segmentação	Situação problema
Conflito setorial:	Geralmente a indústria e a agricultura apresentam elasticidades de preço maiores do que os usuários urbanos devido às opções tecnológicas de suas funções de produção. Nesses casos, com o uso da regra de preços públicos, os preços da cobrança de consumo urbano serão maiores do que de outros usuários, criando-se assim uma fonte de conflito setorial.
Interligação entre bacias (sub-bacias ou trechos):	Quase sempre o consumo de um usuário numa sub-bacia afeta o de outros em outra bacia, sub-bacia ou trecho. Assim, os preços em vigor em uma bacia que definem o seu nível local ótimo podem afetar outro nível ótimo local.
Medição do consumo:	O custo marginal de medição de consumo (ou das emissões de efluentes) pode ser extremamente alto que não compense a receita adicional gerada. Nesses casos seria melhor utilizar aproximações de consumo, mesmo que subestimadas. Existe quase que uma impossibilidade técnica de medição para a agricultura ou tomadas diretas de água bruta de grandes firmas. Todavia, estimativas parametrizadas são possíveis mediante dados de produção/receita, embora seja uma forma imprecisa de medição. De qualquer forma, tal procedimento requer um sistema de gestão capacitado para isso.
Racionamento:	A disponibilidade hídrica é estocástica, isto é, está associada a uma função probabilística, ou seja, em certos períodos, mesmo com uma receita adequada e sem “caronistas”, a disponibilidade de água pode requerer um racionamento por motivos puramente hidrológicos. Nesses casos, novamente o uso da água por um usuário exclui o uso por outro e, portanto, gera uma externalidade negativa. A precificação pela regra de preços públicos não é possível, nesses casos, dado que a solução de oferta de água independe do nível de receitas, porquanto que no curto prazo não haveria como disponibilizar mais água.

Fonte: adaptado de Motta (1998)

Dos problemas adicionais apontados por Motta (1998), nota-se que uma gestão de oferta que mantém o consumo suficientemente abaixo da disponibilidade máxima para não enfrentar o racionamento periódico, estaria realizando uma alocação não-ótima, pois por vários períodos de não-acionamento usuários com benefícios positivos seriam excluídos.

Dessa forma, assim como Motta (1998) entende-se que a alocação ótima por precificação da água é de difícil implementação sob a ótica da eficiência econômica, principalmente nos casos de interligação e racionamento.

Portanto, embora a cobrança pelo uso da água possa ser efetiva em promover o uso eficiente da água, ela talvez não seja um substituto para um teto das captações de água. Segundo a OCDE (2015) a experiência internacional sugere que a cobrança pelo uso da água, por si só, provavelmente não fornece uma base para assegurar que as captações de água permaneçam dentro de limites sustentáveis.

A OCDE (2015) ainda reconhece que há opções para fornecer ainda mais incentivos para que os usuários de água se beneficiem da redução de suas necessidades consumptivas de água. Nos locais onde os usuários pagam uma taxa com base em sua outorga ou no seu uso da água, isso irá proporcionar algum incentivo.

Mecanismos para transferir a outorga ou transferir as alocações de água entre usuários são outras opções indicadas pela OCDE (2015). Notadamente, há muitas maneiras em que o comércio/transferência de direitos de água podem ser facilitados – inclusive o estabelecimento de mecanismos que reconheçam as sensibilidades e os condicionantes legais que resultam do *status* da água como um bem público e que satisfaçam aos objetivos das políticas públicas, por exemplo, limitando a transferência de água entre setores ou regiões.

No Box 7, destaca-se a experiência chinesa como uma boa ilustração de uma abordagem para facilitar as transferências de água onde havia relutância em introduzir um sistema de direitos de água plenamente baseado no mercado.

Box 7. A transferência de direitos à água entre setores na China

O comércio de água é atualmente usado por um grande número de países para permitir que a água seja transferida entre os usos e os usuários, num esforço para promover a eficiência econômica da alocação da água.

O Ministério de Recursos Hídricos chinês adotou o comércio de direitos de água como um mecanismo para abordar a crescente escassez de suprimentos hídricos, particularmente no norte da China. Há instruções normativas que permitem que um titular de outorga comercialize toda a água que foi economizada, por meio de uma “solicitação de práticas eficientes”. Alguns dos melhores exemplos de comércio de água em implementação na China estão na bacia do Rio Amarelo. Lá, as agências de água do governo facilitaram a transferência dos direitos à água em posse dos distritos de irrigação para empresas que demandam água. As empresas beneficiadas foram selecionadas pelo governo após uma chamada para manifestação de interesse e com base nas prioridades estratégicas do governo.

As empresas que “compraram” os direitos de água eram obrigadas a pagar o custo da modernização da irrigação, tais como o revestimento dos canais de irrigação, e a água economizada por meio do aumento da eficiência era, em seguida, transferida para as empresas, por meio de novas outorgas. As outorgas para os distritos de irrigação foram reduzidas pela quantidade equivalente.

O processo foi considerado como uma situação de “ganha-ganha”, pois permitiu que a indústria tivesse acesso à água dentro de um sistema já totalmente alocado, e forneceu o capital para a modernização da irrigação, deixando os agricultores com um sistema de distribuição melhorado e com custos de distribuição mais baixos.

A experiência chinesa demonstra como o comércio de direitos de água pode ser implementado de forma a permitir uma maior flexibilidade, para que os direitos de água se alternem entre os usuários, mantendo, ao mesmo tempo um alto nível de controle do governo sobre o processo, garantindo que o comércio está em conformidade com os requisitos da Constituição, que estabelece que a água continua a ser propriedade do Estado.

Fonte: OCDE (2015)

Q5. Quais são as implicações dessas descobertas para aqueles que estão envolvidos no *framework* institucional formal da GIRH?

Sobre liderança, gestão integrada e inovação

No senso comum a imagem do gestor eficaz está, em grande parte, ligada à ideia de tomada de decisão rápida em uma dada situação. No entanto, para Schwaninger (2009) muitas decisões quando são tomadas mais rapidamente não melhoraram significativamente a situação.

Portanto, para responder sobre as implicações desta pesquisa às partes interessadas na BHRF adotaremos três teses emprestadas de Schwaninger (2009, p 17-18):

- *É mais importante reconhecer a necessidade de decisões em tempo útil, do que decidir rapidamente.*

A qualidade de uma decisão depende, essencialmente, de se reconhecer numa fase inicial quais os acontecimentos e sobretudo as mudanças que são relevantes a serem operacionalizadas. Para Schwaninger (2009), o aspecto crucial é a aptidão dos orientadores para avaliar uma situação com base na qual um órgão de administração decide e atua.

Por exemplo, as políticas desejáveis de alocação de recursos para a OBHs são definidas como aquelas que promovem a viabilidade de longo prazo dos sistemas econômico e ambiental. É fácil imaginar casos em que uma alocação de recursos hídricos, que maximize o valor presente líquido no curto prazo (50 anos), poderia ser destrutiva para a produtividade e integridade ambiental a longo prazo e, portanto, comprometer seriamente as perspectivas das gerações futuras.

Esta é a razão pela qual Schwaninger (2009) afirma que a gestão do tempo deve basear-se principalmente em começar mais cedo, e não apenas em agir (ou reagir) mais rápido e, portanto, de forma frenética ou prematura.

- *A qualidade de uma decisão depende menos do fornecimento de dados do que da demanda por informações.*

Na BHRF observou-se que o principal problema não é a disponibilidade de dados, mas o modelo (ou esquema) que direciona uma consulta. A tecnologia existente deve eliminar as restrições relacionadas ao espaço e ao tempo de aquisição de dados.

Dessa forma, a vantagem agora está em reconhecer os condicionantes no tempo e em articular a necessidade de informações relevantes. Como vimos, na BHRF os dados adequados estão disponíveis dentro da própria organização, mas permanecem inexplorados porque sua relevância não é percebida ou porque não há capacidade institucional em termos de pessoal ou infraestrutura.

- *Os gestores sofrem menos com a falta de dados relevantes do que com o excesso de dados irrelevantes.*

Neste contexto, é importante destacar a distinção dos conceitos de “dados” e “informação”, que segundo Schwaninger (2009) são frequentemente usados como sinônimos. A cibernética usa as seguintes classificações (depois de Beer 1979):

1. Fatos: Qualquer que seja o caso.
2. Dados: Declarações sobre fatos.
3. Informação: O que nos muda.

Schwaninger (2009), explica que entre disponibilizar dados e gerar informações existe uma espécie de salto quântico: fazer a diferença entre o que é irrelevante e o que é relevante. Bateson (1973) apud Schwaninger (2009) define informação como “uma diferença que faz a diferença”.

Dessa forma, é sabido que os gestores da BHRF enfrentarão situações em que muitas perguntas permanecerão em aberto, porque, simplesmente, não há respostas previsíveis para as perguntas complexas.

Contudo, saber que algo não é conhecido é melhor do que não saber que estava lá, ou ignorá-lo sem considerar caminhos alternativos. Se esse ponto desconhecido for um grande gargalo potencial, o sistema adaptativo complexo pode prestar atenção a outros caminhos e pilares da viabilidade organizacional, úteis quando o ponto crítico for atingido.

Portanto, ressalta-se o que se apreende de Schwaninger (2009):

Os atenuadores cognitivos mais fortes da variedade são o preconceito e a ignorância, mas são contraproducentes a longo prazo. Atenuadores e amplificadores funcionais e disfuncionais podem ser claramente distinguidos. Isso se aplica também ao domínio do conhecimento. Mesmo o conhecimento tácito, que os *best-sellers* ofereceram como panaceia, pode estar certo ou errado. O fator decisivo é a **qualidade dos modelos mentais**, ou seja, que as perguntas certas sejam colocadas em todos os níveis. (SCHWANINGER, 2009, p. 17, grifo nosso)

7.3 TRIANGULAÇÃO, VALIDADE E CONFIABILIDADE DOS RESULTADOS DA PESQUISA

A triangulação dos resultados da pesquisa foi estabelecida entre a teoria, a metodologia, o estudo de caso e os materiais desenvolvidos e apresentados neste manuscrito, o Quadro 4 apresenta a avaliação da validade e confiabilidade da pesquisa.

O resultado corrobora com as avaliações dos participantes da pesquisa e das avaliações comparativas sobre governança multinível na América Latina e no Brasil, nenhum dos entrevistados contradisse os achados, mas acrescentou novas nuances que foram introduzidas ou discutidas nos resultados apresentados.

Os achados estão de acordo com os estudos anteriores, não contradizendo o referencial teórico e metodológico da pesquisa. A abordagem sistêmica e a combinação dos aprendizados entre os setores e diferentes disciplinas também permitiram concluir novos *insights*.

Quadro 4. Avaliação da validade e confiabilidade da pesquisa

	Yin (2015)	Tática do estudo de caso
Validade do construto	<p>Usa múltiplas fontes de evidências.</p> <p>Estabelece encadeamento de evidências.</p> <p>Tem informantes-chave para revisão do rascunho do relatório do estudo de caso.</p>	<p>-Esta pesquisa considerou mais de seis fontes de evidência: documentação, registros de arquivo, entrevistas, observações diretas, observação participantes e artefatos físicos (mapas).</p> <p>-Esta pesquisa triangulou as evidências de diferentes fontes por meio das teorias utilizadas.</p> <p>-Esta pesquisa resumiu os dados em um extenso banco de dados do estudo de caso.</p> <p>-Esta pesquisa manteve o encadeamento das evidências</p> <p>-Esta pesquisa apresenta evidências suficientes para que o leitor alcance suas próprias conclusões.</p> <p>-Os pressupostos da pesquisadora, visão de mundo e orientação teórica são descritos nesta pesquisa.</p>
Validade interna	<p>Realiza combinação de padrão.</p> <p>Realiza a construção da explicação.</p> <p>Aborda as explicações rivais.</p> <p>Usa modelos lógicos.</p>	<p>-Esta pesquisa organizou e exibiu os dados de diferentes formas.</p> <p>-Esta pesquisa observou padrões, <i>insights</i> e conceitos promissores.</p> <p>-Esta pesquisa desenvolveu uma estratégia analítica geral considerando a técnica de combinação de padrão, construção de explicação, análise de séries temporais, modelos lógicos e síntese cruzada de casos.</p>
Validade Externa	<p>Usa a teoria nos estudos de caso únicos.</p> <p>Usa a lógica da replicação nos estudos de caso múltiplos.</p>	<p>-Esta pesquisa manteve discussões entre pares e diálogo contínuo com profissionais do setor.</p> <p>-Esta pesquisa desenvolveu a teoria, as proposições e os assuntos relacionados para guiar o estudo de caso antecipado e para generalizar os resultados.</p> <p>-Esta pesquisa validou seus resultados junto aos participantes chave da pesquisa.</p>
Confiabilidade	<p>Desenvolve o protocolo do estudo de caso.</p> <p>Desenvolve uma base de dados de estudo de caso.</p>	<p>-Esta pesquisa ampliou as habilidades da autora como pesquisadora de estudo de caso.</p> <p>-Esta pesquisa desenvolveu seu protocolo de estudo de caso.</p> <p>-Esta pesquisa obteve aprovação para a proteção dos sujeitos humanos.</p>

Fonte: elaboração da autora

CAPÍTULO VIII

Os sistemas mantidos longe do equilíbrio podem apresentar todo um conjunto de comportamentos variados tais como oscilações temporais de concentrações, de ondas de propagação, ou seja, do caos. Em compensação, no sistema linear os sistemas evoluem para um estado estacionário em que a produção de entropia é constante. Está aí uma extensão interessante do equilíbrio, caracterizado por um princípio *extremum* do potencial.

Ilya Prigogine & Dilip Kondepudi

8 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O VSM, seus princípios e axiomas, é uma construção intelectual útil e poderosa para apoiar o desenvolvimento do controle intrínseco das OBHs, revelando as contradições e situando os diferentes atores organizacionais de suas funções e competências.

O modelo cibernético de gestão, demonstrou que não existe uma escala espacial ideal para governar os recursos hídricos. Os problemas de governança da água são complexos e requerem uma abordagem nos vários níveis das OBHs.

O VSM da BHRF revelou ainda que o sistema de governança policêntrico proposto para GIRH possui uma arquitetura promissora para lidar com problemas complexos para gestão da água. Para viabilidade da BHRF é essencial avançar e fortalecer o sistema de governança policêntrico, em vez de fragmentado.

Comparadas às estruturas hierárquicas tradicionais, a estrutura recursiva do VSM apresentou capacidade, significativamente, maior de processamento de informação e ação efetiva, uma vez que a complexidade ao longo das “frentes” em que emerge é absorvida de forma descentralizada e ainda assim coerente.

A coerência resulta de uma combinação de autonomia local (unidades operacionais elementares, S1), coordenação/monitoramento (S2 e S3*) e as funções reguladoras de todo o sistema (S3, S4, S5) em cada nível de recursão.

A natureza recursiva do VSM possibilitou a análise da distribuição de poder e da eficácia da coordenação da GIRH na BHRF. O VSM permitiu abranger muitos níveis e diferentes modos de governança, além de permitir análise do fluxo de autoridade de cima para baixo e de baixo para cima.

Também observamos, por meio da estrutura do VSM, que a falta de coordenação vertical e horizontal efetiva ainda se constitui num dos maiores desafios de governança multinível das águas, tanto na América Latina, como no Brasil.

Os resultados confirmam a importância da coordenação para o desempenho das OBHs. Isso é ainda mais pronunciado na medida dos avanços e da compreensão do regime de policentricidade da GIRH, que combina a coordenação vertical e horizontal para governança dos recursos hídricos.

Dessa forma, em princípio, na BHRF a inovação social e organizacional é necessária – ainda mais do que a inovação tecnológica. De fato, como afirma Schwaninger (2009) ser protagonista da mudança social e organizacional é um dos papéis fundamentais no repertório de um gestor. Isso deve ser levado em consideração, apesar do fato de que muitos gestores nem sempre se consideram como tais agentes.

Em termos de dificuldades ou críticas à estrutura e processo metodológico para aplicação da abordagem cibernética e do VSM, pontua-se que a adequação da linguagem foi um dos maiores desafios para escrita do manuscrito. Para se trabalhar com o VSM, é preciso estar atento e disposto a lidar com muitas categorias de análise diferentes. Inicialmente o processo pode ser confuso, mas pessoalmente, foi satisfatório observar o incremento da variedade própria para capacidade reflexiva e analítica. O processo de aprendizagem é central no trabalho com o VSM.

A estrutura dinâmica do VSM, os conceitos bem delimitados e uma teoria com fundamentos sólidos, produzem estímulos suficientes para a superação da natural insegurança ao se navegar por uma abordagem de transformação radical do pensamento.

A radicalidade da concepção desenvolvida por essa pesquisa, consiste no entendimento de que a governança da BHRF não está submetida ou restrita à análise das determinações da realidade interna à dinâmica da mesma.

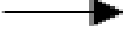
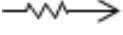
Nesta pesquisa foi possível evidenciar a multiplicidade de relações internas e externas que devem ser computadas na análise da efetividade da GIRH, sem que isso implique em contradição com o recorte adotado para a governança. O VSM corrige o equívoco de amplas discussões e demandas que tentam reduzir todo tipo de base de dados e análise exclusivamente à escala da bacia.

Pela cibernética a adoção da BHRF como unidade de gerenciamento representa uma estratégia cuja perspectiva mais fundamental consiste em agregar valor à busca pela viabilidade, ou nos termos da GIRH a sustentabilidade dos recursos hídricos.

Portanto, focar no estudo da unidade primária de gestão não significa unificar as unidades de análise específicas a uma disciplina científica. Os critérios gerais de desempenho para arranjos institucionais viáveis devem ser estudados, uma vez que os critérios são importantes. Além disso, os custos de transformação e transação relativos à provisão e produção de serviços hidrológicos devem ser estudados em profundidade para avaliar a efetividade de vários arranjos institucionais para a GIRH.

Por fim, conclui-se que a GIRH da BHRF é um processo de busca contínua e coletiva do equilíbrio certo entre as variedades presentes e trocadas em seus diferentes sistemas de equilíbrio.

GLOSSÁRIO

- Algedônico:** derivação do grego álgos + grego hedonē. Relativo à regulação de modo não analítico; levantando alarme.(Beer, 1985)
- Amplificador:** um dispositivo que aumenta a variedade, retratado assim:
 .(Beer, 1985)
- Atenuador:** um dispositivo que reduz a variedade, representado assim:
 .(Beer, 1985)
- Auto-controle** a capacidade de um sistema de controlar a si mesmo, o que inclui definir e ajustar seus próprios objetivos, bem como a adaptação autônoma. (Schwaninger, 2009)
- Auto-organização:** o processo pelo qual um sistema vai além da auto-regulação para alterar sua estrutura interna e aumentar seu nível de adaptabilidade (Leonard, 1990)
formação autônoma, muitas vezes espontânea, de relacionamentos, atividades e padrões estruturais (Schwaninger, 2009)
- Autopoiese:** Reprodução de elementos de um sistema pelo próprio sistema ou, mas geralmente, a auto-geração e auto-produção do sistema (Maturana, 2001)
- Auto-referência:** a capacidade de um sistema de refletir sobre si mesmo e, com isso, sobre aspectos como sua identidade, valores, propósito, objetivos e tarefas ou atividades (Schwaninger, 2009)
- Auto-transformação** a capacidade de um sistema de se reorganizar e reestruturar. (Schwaninger, 2009)
- Caixa preta:** Entidade cujas funções e mecanismos internos são encapsulados e não podem ser observados durante a operação. (Ashby, 1970)
- Canais de informação:** o caminho ou o meio de comunicação através do qual a informação é transmitida de uma fonte para um destino. (Shannon, 1948)
- Canal Algedônico:** canal responsável por transmitir sinais de alerta sobre qualquer evento ou circunstância que pode comprometer seriamente uma organização. (Pérez-Ríos, 2012)
- Capacidade do canal:** uma medida da quantidade de informação que pode ser transmitida em um determinado período de tempo. (Beer, 1985)
- Causalidade circular:** A presença de laços causais que perpetuamente criam emergência dentro de um sistema por meio de operações simultâneas de cima para baixo e de baixo para cima
- Cibernética:** Ciência do controle e da comunicação de sistemas dinâmicos e complexos (Wiener 1948)
- Complementariedade:** A visualização de um sistema de diferentes perspectivas revelará informações que não são totalmente independentes nem totalmente compatíveis. (Bohr, 1928)
- Controle intrínseco:** O conceito de está diretamente relacionado a outros componentes da cibernética, como o conceito de sistemas viáveis com seu caráter recursivo, a disponibilidade de informações em tempo real e a redundância de comando potencial. Todos estes fatores estão relacionados com o objetivo de alcançar o controle sistêmico da organização, que entre outros aspectos implica ter pontos de decisão e ação, localizados o mais próximo possível das fontes de informação (decisão) e onde a intervenção é necessária (ação). (Pérez-Ríos, 2012)
- Dependência da trajetória** As decisões tomadas no passado provavelmente terão impactos de longo prazo ao vincular, limitar ou adiar opções alternativas futuras (Seppälä, 2004).

Descentralização	A transferência de autoridade e responsabilidade pela governança e prestação de serviços públicos de um nível superior de governo para um nível inferior. Existem diferentes formas de descentralização (Lockwood & Smits, 2011)
Gestão Integrada de Recursos Hídricos (GIRH)	É um processo que promove o desenvolvimento coordenado e a gestão da água, terra e recursos relacionados, a fim de maximizar o bem-estar econômico e social de maneira equitativa, sem comprometer a sustentabilidade dos ecossistemas (GWP, 2012)
Heterarquia:	do grego heteros = do outro e archein = prevalência, como prevalência dos outros), sistema onde não há um controle centralizado vertical, mas predomina uma ordem consensual. É diferente da homoarquia, ausência de centralização e coerção, e da hierarquia, ordem centralizada e verticalizada. (Wikipédia)
Homeostase:	estabilidade do ambiente interna de um sistema, apesar de o sistema ter que lidar com um ambiente externo imprevisível.
Homeostato:	um sistema mecânico adaptativo projetado para alcançar ultra estabilidade em um ambiente em constante mudança de ambos feedback positivo e negativo (Ashby, 1970)
Identidade/Propósito:	Uma identidade ou propósito organizacional é expresso no conceito de <i>self</i> (vide significado), bem como nos respectivos modelos mentais mantidos e compartilhados pelos membros dessa organização. (Morin, 2001) Assim como no caso do ethos organizacional, a identidade pode ser mais ou menos explícita. Sempre se faz sentir como uma ordem implícita (ou falta de ordem), que delimita os modos potenciais de comportamento da organização. (Schwaninger, 2009)
Incentivos	Um fluxo extrínseco de recursos na forma de dinheiro ou poder disponibilizado para pessoas desde que adotem um conjunto prescrito de atitudes ou comportamentos (Baser & Morgan, 2008)
Integração:	O grau com que um sistema deve sacrificar a autonomia para funcionar com parte do sistema maior Beer (1981)
Invariante:	um fator em uma situação complicada que não é afetado por todas as mudanças que o cercam (como a velocidade da luz ou o valor de π (Beer, 1985)
Meta-sistema:	Um sistema acima e para além de um sistema de ordem lógica inferior. (Beer, 1985) Beer introduziu o termo meta-sistema muito conscienciosamente, para contrastá-lo com a noção de hierarquia. O valor e o propósito do meta-sistema são, portanto, aumentar a viabilidade da organização. O objetivo principal do meta-sistema é aumentar a variedade própria da organização. (Lassl, 2019a)
Modelo de Sistema Viável:	um sistema de homeostatos interligados que podem ser usados para modelar qualquer sistema viável em termos de suas unidades operacionais, coordenadoras e meta-sistema governante. (Beer, 1985)
Mudança:	a mudança ocorre de modo contínuo, isto é, em passos infinitesimais, como sucede quando a Terra se move através do espaço, ou escurece a pele de um banhista exposto ao sol. (Ashby, 1970)
Organizações de Bacias Hidrográficas (OBHs):	organizações especializadas, estabelecidas por autoridades políticas ou em resposta às demandas das partes interessadas. As OBHs são caracterizadas por uma variedade de arranjos institucionais, bem como pela realização de atividades técnicas e econômicas. (Kittikhoun & Schmeier, 2021)

- Oscilação:** a tendência de um corpo perturbado de se mover em um caminho cíclico em torno de um ponto de equilíbrio ou atração durante um período de tempo. (Air, 1840). Falhando em se estabelecer em equilíbrio homeostático, um sistema dinâmico se corrige continuamente. (Beer, 1985)
- Pensamento sistêmico:** uma maneira de enquadrar mentalmente o mundo, focando em processos mais do que estruturas ou resultados, e com sistemas funcionando com base em relacionamentos entre pessoas, grupos, estruturas e ideias. (Checkland, 1999)
- Recursividade:** conhecida pela natureza ou geometria fractal e significa que os mesmos princípios de design são repetidos em todos os níveis de uma estrutura. (Lassl, 2019a)
- Regulação:** compensação dentro de um circuito de controle pelo qual uma variável é regulada contra influências perturbadoras por meio de *feedback*. O termo regulação é muito amplo em suas aplicações, abrangendo, como o faz, a maior parte das atividades na fisiologia, sociologia, ecologia, economia e muitas atividades em quase todos os ramos da ciência e da vida. (Ashby, 1970)
- Self** Fenômeno do ser e da existência, fenômeno físico fundamental, visto que é sobre ele que se constitui nosso mundo organizado, feito de átomos e de estrelas. (Morin, 2001)
- Sistemas adaptativos complexos :** sistemas que são compostos por um conjunto diversificado de atores cujas múltiplas interações produzem comportamentos em todo o sistema não encontrados em nenhum dos atores. Eles geram adaptação mudando, tanto intencionalmente quanto indiretamente, diante de novas circunstâncias para se sustentarem. Exemplos de sistemas adaptativos complexos incluem o mercado de ações, insetos sociais e colônias de formigas e qualquer empreendimento baseado em grupos sociais humanos em um sistema cultural e social como partidos políticos ou comunidades (Baser & Morgan, 2008)
- Transdutor:** codifica ou decodifica uma mensagem sempre que ela cruza um limite do sistema - e, portanto, precisa de um modo de expressão diferente. Por exemplo, sistema e ambiente. (Beer, 1985)
Transdutor é um dispositivo utilizado em conversão de energia de uma natureza para outra. Na prática, transdutor é um dispositivo que utiliza uma natureza de energia, que pode ser elétrica, mecânica, ótica, térmica, entre outros. Gerando assim um ou mais tipos de energia. Transdutores são geralmente utilizados para constituir sensores, estimuladores audiovisuais, etc. O uso em sensores é importantíssimo e seu objetivo é poder trabalhar com uma variável mais facilmente quantificada. Um exemplo é o tubo capilar interno de um termômetro de bulbo, que permite a expansão do mercúrio para aferir a temperatura desejada. (Wikipedia)
- Variedade Requerida:** Para lidar com as perturbações externas que ameaçam seu funcionamento normal ou mesmo sua integridade, um sistema deve possuir uma variedade interna pelo menos tão grande quanto a variedade das perturbações. (Ashby, 1970)
- Variedade:** uma medida da complexidade, exprimindo o número de estados ou comportamentos potenciais de um sistema. (Schwaninger, 2009)
- Viabilidade** capacidade de um organismo de manter sua identidade, isto é, sobreviver independentemente das mudanças em seu ambiente. (Beer, 1985)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abers, R. N., & Keck, M. E. (2013). *Practical Authority: Agency and Institutional Change in Brazilian Water Politics*. New York: Oxford University Press.
- Abers, R., & Keck, M. (2004). Comitês de Bacias Hidrográficas no Brasil: uma abordagem política no estudo da participação social. *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*, v.6 n.1, 55-58.
- Ackoff, R. L. (1987). *The Art of Problem Solving: Accompanied by Ackoff's Fables*. John Wiley & Sons; Revised ed. edição.
- Adams, K. M., Hester, P. T., Bradley, J. M., Meyers, T. J., & Keating, C. B. (2014). Systems Theory as the Foundation for Understanding Systems. *Systems Engineering*, 17(1), pp. 112-123. doi:doi:10.1002/sys.21255
- Adger, W. N., Brown, K., Fairbrass, J., Jordan, A., Paavola, J., Rosendo, S., & Seyfang, G. (2003). Governance for sustainability: Towards a 'thick' analysis of environmental decisionmaking. *Environment and Planning* 35, pp. 1095-1110. doi:https://DOI:10.1068/a35289
- Agarwal, A., De Las Angeles, M., Bhatia, R., Cheret, I., Davila-Poblete, S., Falkenmark, M., . . . Wright, A. (2000). Integrated Water Resources Management. *TAC Background Papers Series*. Stockholm, Sweden: Global Water Partnership.
Fonte:
https://www.researchgate.net/publication/42765751_Integrated_Water_Resources_Management
- Akhmouch, A. (2012). *Water Governance in Latin America and the Caribbean: A Multi-Level Approach - OECD*. Regional Development Working Papers. doi:10.1787/5k9crzqk3ttj-en
- Alves, K. F., Viola, M. R., Souza, P. A., Giongo, M., & Mello, C. R. (2015). Avaliação temporal dos conflitos de uso do solo na bacia hidrográfica do rio Formoso, Tocantins. *Brazilian Journal of Forestry Research*, pp. 271-283. doi:10.4336/2015.pfb.35.83.820
- ANA. Agência Nacional das Águas. (2011). O Comitê de Bacia Hidrográfica: o que é e o que faz? v1. *Cadernos de capacitação em recursos hídricos*. Brasília, Brasil. Fonte: <https://capacitacao.ana.gov.br/conhecerh/handle/ana/57>

- ANA. Agência Nacional das Águas. (2011b). Outorga de direito de uso de recursos hídricos. *Cadernos de capacitação em recursos hídricos ; v.1 vol. 6*. Brasília, Brasil. Fonte: <https://capacitacao.ana.gov.br/conhecerh/handle/ana/9>
- ANA. Agência Nacional das Águas. (2014). Agência de Água: o que é, o que faz e como funciona. *Cadernos de Capacitação em Recursos Hídricos; v.4*. Brasília, Distrito Federal. Fonte: <https://capacitacao.ana.gov.br/conhecerh/handle/ana/7>
- ANA. Agência Nacional das Águas e Saneamento Básico. (2021). *Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada*. Brasília. doi:ISBN: 978-65-88101-10-0
- ANA. Agência Nacional de Águas. (2015). *Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: regiões hidrográficas brasileiras*. Brasília: ANA. Fonte: [https://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2015/Conjuntura dosRH2015-ENCARTE.pdf](https://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2015/Conjuntura%20dosRH2015-ENCARTE.pdf)
- ANA. Agência Nacional de Águas. (2016). Sistemas de Informação na gestão de águas: conhecer para decidir. Brasília, Brasil. Fonte: <https://capacitacao.ana.gov.br/conhecerh/handle/ana/120>
- ANA. Agência Nacional de Águas. (2019). *Conjuntura de Recursos Hídricos no Brasil. Informe anual*.
- ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. (2021). *Atlas das águas: segurança hídrica do abastecimento urbano*. Brasília. doi:ISBN: 978-65-88101-19-3
- Anderson, P. (1999). Perspective: Complexity Theory and Organization Science. *Organization Science* 10 (3), pp. 216-232 . doi:<https://doi.org/10.1287/orsc.10.3.216>
- Aoki, M. (2001). *Toward a comparative institutional analysis*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Archela, R. S., & Théry, H. (2008). Orientação metodológica para construção e leitura de mapas temáticos. *REvista Confins*. Fonte: disponível em <http://confins.revues.org/3483?&id=3483>
- Ashby, R. W. (1970). *Introdução à cibernética*. São Paulo: Perspectiva.
- Bandeira, T. O. (2020). Desenvolvimento de sistema web aplicado ao acompanhamento sistemático das ações de planos estaduais de recursos hídricos. *Tese de doutorado*. Ribeirão Preto: Universidade de Ribeirão Preto.
- Beer, S. (1979). *The heart of enterprise*. Chichester: Wiley.
- Beer, S. (1981). *Brain of the firm*. England: John Wiley & Sons.

- Beer, S. (1984). The Viable System Model: Its Provenance, Development, Methodology and Pathology. *The Journal of the Operational Research Society*, 35(1), pp. 7–25. doi:10.2307/2581927
- Beer, S. (1985). *Diagnosing the system for organisations*. John Wiley & Sons.
- Blagescu, M., & Young, J. (2006). Capacity Development for Policy Advocacy: current thinking and approaches among agencies. *Working Paper 260*. London: Overseas Development Institute.
- Bohórquez Arévalo , L. E., & Espinosa, A. (2015). Theoretical approaches to managing complexity in organizations: A comparative analysis. *Estudios Gerenciales* 31, pp. 20–29. doi:10.1016/j.estger.2014.10.001
- Boisot , M., & McKelvey, B. (2011). Connectivity, Extremes, and Adaptation: A Power-Law Perspective of Organizational Effectiveness. *Journal of Management Inquiry* 20(2), pp. 119–133. doi:10.1177/1056492610385564
- Boulding, K. E. (s.d.). General systems theory: the skeleton of science. *Management Science*, 2: , pp. 197-208.
- Brasil. (1997). Lei n 9.433 de 08 de janeiro de 1997. *Política Nacional de Meio Ambiente*. Fonte: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm
- Brasil. (2000). Lei no 9.984, de 17 de julho 2000. *Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA)*. Fonte: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19984.htm
- Brasil. (2021). Documento base para elaboração no novo Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH 2022-2040). *Ministério do Desenvolvimento Regional*. Brasil. Fonte: https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/plano-nacional-de-recursos-hidricos-1/doc_base_elab_pnrh_2022_2040.pdf/view
- Butterworth, J., Warner, J., Moriarty, P., Smits, S., & Batchelor, C. (2010). Finding Practical Approaches to Integrated Water Resources. *Water Alternatives* 3(1):, pp. 68-81. Fonte: <https://www.water-alternatives.org/index.php/volume3/v3issue1/77-a3-1-4/file>
- Cannon, J. (2000). Choices and Institutions in Watershed Management,. *William & Mary Environmental Law and Policy Review*, 25 (2000-2001)(Issue 2 Symposium: Water Rights and Watershed Management: Planning for the Future), pp. 379-428. doi:<https://scholarship.law.wm.edu/wmelpr/vol25/iss2/5>
- Castro, L. M. (2016). *Avaliação global da implementação do PNRH no período de 2006-2015*. Brasília: Instituto Interamericano de Cooperação pra Agricultura.

- Checkland, P. (1999). *Systems thinking, systems practice - Includes a 30 - year retrospective*. Chichester, UK: John Wiley & Sons.
- Checkland, P. (2000). Soft Systems Methodology: A Thirty Year Retrospective. *Systems Research and Behavioral Science Syst. Res.* 17, pp. S11-S58.
- Clayton, A. M., & Radcliffe, N. J. (2018). *Sustainability: A Systems Approach*. Kindle Store: Routledge.
- Conca, K. (2015). Which risks get managed? Addressing climate effects in the context of evolving water-governance institutions. *Water Alternatives* 8(3), pp. 301-316.
Fonte: <https://www.water-alternatives.org/index.php/tp1-2/1888-vol8/290-issue8-3>
- Cunha, L. H., & Coelho, M. C. (2003). Política de gestão ambiental. Em S. B. Cunha, *A questão ambiental: diferentes abordagens* (p. 248). Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.
- D'Agostini, L. R. (2004). *O çal do saber sem sabor*. Florianópolis: Arth&Mídia.
- DIRF. (2020). Informação sobre o Distrito de Irrigação Rio Formoso (DIRF). *Documento cedido por DIRF*.
- Donaires, O. S., & Martinelli, D. P. (2019). Evolutionary Management: From Theory to Action. *Systems Research and Behavioral Science*, pp. 66–86.
doi:10.1002/sres.2534
- Douglas, M., & Wildavsky, A. (1982). *Risk and culture: an essay on the selection of*. Berkeley: University of California Press.
- Duarte, S. C. (2018). Análise de políticas públicas e a expansão do agronegócio: o caso do Programa de Desenvolvimento da Região Sudoeste do Tocantins (Prodoeste). 6-24.
- Eggertsson, T. (1997). The old theory of economic policy and the new institutionalism. *World Development*, 25 (8): , pp. 1187-1203.
- Espejo, R. (1989). The Viable System Model, Interpretations and Applications of Stafford Beer's VSM. Em R. E. Harnden (Ed.), *The VSM Revisited* (pp. 77-100). Chichester: Wiley.
- Espejo, R., & Reyes, A. (2011). *Organizational Systems: Managing Complexity with the Viable System Model*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. doi:10.1007/978-3-642-19109-1

- Espinosa, A., Harnden, R., & Walker, J. (2008). A complexity approach to sustainability – Stafford Beer revisited. *European Journal of Operational Research* 187, pp. 636–651. doi:10.1016/j.ejor.2007.03.023
- Esteves de Vasconcellos, M. J. (2018). *Pensamento sistêmico: o novo paradigma da ciência*. Campinas: Papirus.
- Forrester, J. W. (1998). Designing the Future. *System Dynamic Society*, (p. 11). Sevilla.
- Ganzert, C., Martinelli, D. P., & Delai, I. (2012). Intelligence systems methodology: a systemic approach to the organizational intelligence function. *Knowledge Management Research & Practice*, pp. 141-152. doi:10.1057/kmrp.2011.44
- Global Water Partnership (GWP). (s.d.). *Global Water Partnership*. Acesso em 01 de 07 de 2021, disponível em <https://www.gwp.org/en/gwp-SAS/ABOUT-GWP-SAS/WHY/About-IWRM/>
- Granja, S. B., & Warner, J. (2006). A hidropolítica e o federalismo: possibilidades de construção da subsidiariedade na gestão das águas no Brasil? *RAP* 40(6), pp. :1097-1121.
- Gupta, J. (2009). Driving Forces Around Global Fresh Water Governance. Em D. Huitema, & S. Meijerink, *Water policy entrepreneurs: a research companion to the water transitions around the Globe* (pp. 37-57). Cheltenham, UK: Edward Elgar. doi:http://dx.doi.org/10.4337/9781849803366.00012
- Gupta, J., Akhmouch, A., Cosgrove, W., Hurwitz, Z., Maestu, J., & Ünver, O. (2013). Policymakers' reflections on water governance issues. *Ecology and Society* 18(1), p. 35. doi:http://dx.doi.org/10.5751/ES-05086-180135
- Hämäläinen, T. J. (2015). Governance Solutions for Wicked Problems: Metropolitan Innovation Ecosystems as Frontrunners to Sustainable Well-Being. *Technology Innovation Management Review*, 5(10):, pp. 31-41. doi:http://doi.org/10.22215/timreview/935
- Hanafizadeh, P., & Mehrabioun, M. (2018). Application of SSM in tackling problematical situations from academicians' viewpoints. *Syst Pract Action Res* 31, pp. 179–220. doi:10.1007/s11213-017-9422-y
- Harwood, S. (2020). Introducing the VIPLAN Methodology (with VSM) for Handling Messy Situations – Nine Lessons. *Systemic Practice and Action Research*. doi:https://doi.org/10.1007/s11213-020-09545-6
- Harwood, S. A. (2018). In search of a (WEF) nexus approach. *Environmental Science and Policy* 83, pp. 79-85. doi:https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.01.020

- Hobley, M., & Shields, D. (2000). *The Reality of Trying to Transform Structures and Processes: Forestry in Rural Livelihoods*. London: Overseas Development Institute.
- Hoverstadt, P. (2010). The Viable System Model. Em M. Reynolds , S. Holwell, & Springer (Ed.), *Systems Approaches to Managing Change: A Practical Guide* (pp. 87-134). London: The Open University. doi:10.1007/978-1-84882-809-4
- Huitema, D. E., Mostert , W., Egas , S., Moellenkamp, S., Pahl-Wostl, C., & Yalcin, R. (2009). Adaptive Water Governance: Assessing the Institutional Prescriptions of Adaptive (Co-)Management from a Governance Perspective and Defining a Research Agenda. *Ecology and Society* 14(1), p. 26. Fonte: <http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss1/art26/>
- Huitema, D., & Meijerink, S. (2017). The politics of river basin organizations: institutional design choices, coalitions and consequences. *Ecology and Society* 22(2), p. 42. doi:<https://doi.org/10.5751/ES-09409-220242>
- Hukka, J. J. (1998). Institutions, Organizations and Viable Water Services: A capacity Development Model for Drinking Water Provision and Production. *Thesis* . Tampere, Finland.
- Hukka, J., Castro, J., & Pietilä, P. (2010). Water, Policy and Governance. *Environment and History*, pp. 235-251. doi:10.3197/096734010X12699419057377
- Hukkinen, J. (1999). *Institutions in environmental management: constructing mental models and sustainability*. (J. S. Golub, Ed.) Ondon: Routledge. Fonte: http://www.untag-smd.ac.id/files/Perpustakaan_Digital_1/ENVIRONMENTAL%20MANAGEMENT%20Institutions%20in%20environmental%20management%20constructing%20mental%20models%20and%20.pdf
- Ibisch , R. B., Bogardi , J. J., & Borchardt , D. (2016). Integrated Water Resources Management: Concept, Research and Implementation. Em D. Borchardt , J. Bogardi , & R. Ibisch , *Integrated Water Resources Management: Concept, Research and Implementation* (pp. 3-32). Cham: Spriger. doi:https://doi.org/10.1007/978-3-319-25071-7_1
- Ison R, R., & Wei , Y. P. (2017). Watershed systems science—A new paradigm to understand and govern the impact of human activities on the earth’s surface in the Anthropocene. *Science China Earth Sciences*, 60, pp. 1-3. doi:<https://doi.org/10.1007/s11430-017-9141-3>

- Ison, R. (2016). Governing in the Anthropocene: What Future Systems Thinking in Practice? *Systems Research and Behavioral Science*, pp. 595-613. doi:<http://dx.doi.org/doi:10.1002/sres.2421>
- Ison, R. (2018). Governing the human–environment relationship: systemic practice. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 33, pp. 114–123. doi:<https://doi.org/10.1016/j.cosust.2018.05.009>
- Jackson, M. C. (2000). *Systems approaches to management*. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers.
- Jaspers, F., & Gupta, J. (2014). Global water governance and river basin organization. Em D. Huitema, & S. Meijerink, *The politics of river basin organization: coalitions, institutional design choices and consequences* (pp. 38-66). Cheltenham, UK: Edward Elgar.
- Javaid, A., & Falk, T. (2015). Incorporating local institutions in irrigation experiments: evidence from rural communities in Pakistan. *Ecology and Society* 20(2): 28. *Ecology and Society* 20(2), p. 28. doi:doi.org/10.5751/ES-07532-200228
- Junk, W. J., Bayley, P. B., & Sparks, R. E. (1989). The Flood Pulse Concept in River-Floodplain Systems. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, pp. 110-127. Fonte: www.researchgate.net/publication/291143833
- Kittikhoun, A., & Schmeier, S. (2021). *River Basin Organizations in Water Diplomacy*. London: Routledge. doi:<https://doi.org/10.4324/9780429266270>
- Klein, P. G. (2000). New institutional economics . Em B. a. Bouckaert, *Encyclopedia of law and economics* (Vol. Volume I: The history and methodology of law and economics, pp. 456-489). Cheltenham: Edward Elgar. Fonte: <https://reference.findlaw.com/lawandeconomics/0530-new-institutional-economics.pdf>
- Klir , G. (1985). Complexity: Some General Observations. *Systems Reaserch*, (2) 131-140, 1985. *Systems Reaserch*, pp. 131-140.
- Köchli, S. S. (2020). International Business and Human Rights in Brazil An Institutional Perspective. *Tese de doutorado*. St. Gallen, Switzerland: University of St. Gallen.
- Krasner, S. D. (2012). Causas estruturais e consequências dos regimes internacionais: regimes como varieáveis interveniente. *Rev. Sociol. Polít., Curitiba*, v. 20, n. 42, 93-110.
- Krippendorff, K. (2019). The cybernetics of design and the design of cybernetics. Em T. Fischer, & C. M. Herr, *Design cybernetics: navigating the new* (pp. 197-225).

- Switzerland: Springer Nature Switzerland. doi:https://doi.org/10.1007/978-3-030-18557-2_1
- kuhn, T. S. (1996). *The structure of scientific revolution*. Chicago: University of Chicago Press.
- Lakoff , G. (2010). Why it Matters How We Frame the Environment,. *Environmental Communication*, 4:1, pp. 70-81. doi:10.1080/17524030903529749
- Lakoff, G. (2010). Why it Matters How We Frame the Environment. *Environmental Communication*, pp. 70-81. doi:10.1080/17524030903529749
- Lammoglia, N. L., Olaya, C., Villalobos, J., Calderón, J. P., Valdivia, J. A., & Zarama, R. (2010). Heuristic-based management (I): variation. *Kybernetes*, pp. 1513-1528. doi:10.1108/03684921011081141
- Lassl, W. (2019a). *The viability of organizations: Decoding the "DNA" of Organizations* (Vol. 1). Springer International Publishing. doi:10.1007/978-3-030-12014-6
- Lassl, W. (2019b). *The viability of organizations: Diagnosing and Governing Organizations* (Vol. Vol 2). Springer International Publishing. doi:10.1007/978-3-030-16473-7
- Lassl, W. (2019c). *The viability of organizations: Desining and Changing Organizations* (Vol. Vol 3). Springer International Publishing. doi:10.1007/978-3-030-25854-2
- Livingston, M. L. (1993). Normative and positive aspects of institutional economics: The implications for water policy. *Water Resources Research*, pp. 815-821.
- Livingston, M. L. (2018). Normative and positive aspects of institutional economics: The implications for water policy. Em W. K. Easter, , & M. E. Renwick, *Economics of Water Resources: Institutions, Instruments and Policies for Managing Scarcity* (p. 547). London: Routledge.
- Lopes, M. H. (2019). A História da Criação do Parque Nacional do Araguaia: Disposições e Motivações para a Conservação da Natureza. *Tese de Doutorado*. Brasília: UNB.
- Malik, F. (2016). *Strategy for managing complex systems: contribution to management cybernetics for evolutionary systems* . Frankfurt/New York: Campus.
- Marengo, J. A. (2009). Mudanças climática: detecção e cenários futuros para o Brasil até o final do século XXI. Em CAVALCANTI, et al., *Tempo e clima no Brasil*. . São Paulo: Oficina de Textos.
- McCulloch, W. S. (1959). *Embodiments of mind*. Cambridge: MIT Press.
- Midgley, G. (2003). *Systems Thinking. Vol I–IV*. London: Sage.

- Mingers , J. (2000). An idea ahead of its time: the history and development of soft systems methodology. *Syst Pract Action Res* 13, pp. 733–755. doi:10.1023/A:1026475428221
- Mingers , J., & Brocklesby , J. (1997). Multimethodology: Towards a Framework for Mixing Methodologies. *Omega, Int. J. Mgmt Sci. Vol.25, No. 5*, pp. 489-509.
- Mingers , J., & Gill, A. (1997). *Multimethodology: The Theory and Practice of Combining Management Science Methodologies*. Chichester: John Wiley & Sons.
- Mingers, J. (2001). Combining IS Research Methods: Towards a Pluralist Methodology. *Information Systems Research* 12(3), pp. 240-259. doi:10.1287/isre.12.3.240.9709
- Mingers, J., & Rosenhead , J. (2004). Problem structuring methods in action. *Eur J Oper Res* 152, pp. 530–554. doi:10.1016/S0377-2217(03)00056-0
- Mingers, J., & Taylor , S. (1992). The use of soft systems methodology in practice. . *J Oper Res Soc* 43, pp. 321–332. doi:10.1057/jors.1992.47
- Mingers, J., & White, L. (2010). A review of the recent contribution of systems thinking to operational research and management science. *Eur J Oper Res* 207, pp. 1147–116. doi:10.1016/j.ejor.2009.12.019
- Missimer, M., Karl-Henrik, R., & Broman, G. (2017). A strategic approach to social sustainability e Part 1: exploring the social system. *Journal of Cleaner Production* 140, pp. 32-41. doi:10.1016/j.jclepro.2016.03.170
- Molle, F. (2008). Nirvana concepts, narratives and policy models: Insight from the water sector. *Water Alternatives* 1(1), pp. 131-156.
- Molle, F. (2009). River-basin planning and management: the social life of a concept. *Geoforum* 40(3), pp. 484-494. doi:https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2009.03.004
- Morais, P. B., Noleto, S. J., & Martins, I. C. (2014). Análise de sustentabilidade do projeto hidroagrícola Javaés/Lagoa, no Estado do Tocantins. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, v. 34, n.1, pp. 83-111.
- Moriarty , P., Butterworth, J., & Batchelor, C. (2004). Integrated Water Resources Management And the domestic water and sanitation sub-sector. *Thematic Overview Paper*. IRC International Water and Sanitation Centre. Fonte: <https://www.ircwash.org/sites/default/files/Moriarty-2004-Integrated.pdf>
- Morin, E. (1992). From the Concept of System to the Paradigm of Complexity1. *Jownal of Social and and Evolutionary Systems*, pp. 371-385.

- Morin, E. (2001). *Ciência com Consciência*. Belo Horizonte: UFMG.
- Motta, R. S. (1998). Utilização de critérios econômicos para valorização da água no Brasil. *Texto para discussão 556*. Rio de Janeiro: IPEA. Fonte: https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=3832
- Mukhtarov, F. G. (2009). The hegemony of integrated water resources management: a study of policy translation in England, Turkey and Kazakhstan. *Tese*. Budapest, Hungary: Central European University.
- Myers, N., Mittermeyer, R. A., & Mittermeyer, C. G. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature Volume 403, Issue 6772*, pp. 853 - 858. doi:10.1038/35002501
- Nelson, R. N., & Sampat, B. N. (2001). Making sense of institutions and a factor shaping economic performance. *Journal of Economic Behavior & Organization*, pp. 31–54.
- Ney, S., & Verweij, M. (2015). Messy institutions for wicked problems: How to. *Environment and Planning C: Government and Policy*, pp. 1679-1696. doi:10.1177/0263774X15614450
- North, D. C. (1990). *Institutions, institutional change and economic performance*. Cambridge: Cambridge University Press.
- OCDE. (2015). *Governança dos Recursos Hídricos no Brasil*. Paris: OECD Publishing. doi:<http://dx.doi.org/10.1787/9789264238169-pt>
- OCDE. (2017). *Systems Approaches to Public Sector Challenges: Working with Change*. Paris: OECD Publishing. doi:<http://dx.doi.org/10.1787/9789264279865-en>
- Olson, M. (1999). *A lógica da ação coletiva*. São Paulo: Universidade de São Paulo.
- Ostrom, E. &. (1993). Coping with asymmetries in the commons: self governing irrigation systems can work. *Journal of Economic Perspectives 7(4)*, pp. 93- 112. doi:dx.doi.org/10.1257/jep.7.4.93
- Ostrom, E. (2005). *Understanding institutional diversity*. New Jersey: Princeton University Press.
- Ostrom, E., Gardner, R., & Walker, J. R. (1994). *Rules, Games, and Common-Pool Resources*. The University of Michigan Press.
- Ostrom, V., Feenly, D., & Picht, H. (1988). *Rethinking Institutional Analysis*. San Francisco: International Centre for Economic Growth.

- Pahl-Wostl , C., Knieper, C., Lukat, E., Meergans, F., Schoderer, M., Schütze, N., . . . Vidaurre, R. (2020). Enhancing the capacity of water governance to deal with complex management challenges: A framework of analysis. *Environmental Science and Policy* 107, pp. 23–35. doi:10.1016/j.envsci.2020.02.011
- Pahl-Wostl , C., Lebel , L., Knieper, C., & Nikitina, E. (2012). From applying panaceas to mastering complexity: Toward adaptive water governance in river basins. *environmental science & policy* 23, pp. 24-34. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.envsci.2012.07.014
- Pahl-Wostl, C. (2009). A conceptual framework for analysing adaptive capacity and multi-level learning processes in resource governance regimes. *Global Environmental Change* 19, pp. 354–365. doi:10.1016/j.gloenvcha.2009.06.001
- Pahl-Wostl, C. (2015). Multi-level and Cross-Scale Governance. Em C. Pahl-Wostl, *Water Governance in the Face of Global Change Water Governance: Concepts, Methods, and Practice*. Switzerland: Springer International Publishing. doi:10.1007/978-3-319-21855-7_6
- Perés-Ríos, J. (2010). Models of organizational cybernetics for diagnosis and design. *Kybernetes*, pp. 1529-1550. doi:https://doi.org/10.1108/03684921011081150
- Pérez-Ríos, J. (2012). *Design and Diagnosis for Sustainable Organizations: The Viable System Method*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. doi:http://DOI 10.1007/978-3-642-22318-1
- Ramírez-Gutiérrez, A. G., Cardoso-Castro, P. P., & Tejeida-Padilla, R. (2020). A methodological proposal for the complementarity of the SSM and the VSM for the analysis of viability in. *Systemic Practice and Action Research*. doi:10.1007/s11213-020-09536-7
- Rapoport, A. (1986). *General systems theory: Essential concepts and applications*. Cambridge, MA: Abacus Press.
- Rautanen, S. L. (2017). Access to Water? Dynamic Capacity Change for Sustainable Rural Water and Sanitation Services for All. *Thesis for the degree of Doctor of Science in Technology* . Tampere , Finish: Tampere University of Technology.
- Richardson, G. P. (1991). Feedback Thought in Social Science and Systems.
- Rittel, H. W., & Webber, M. M. (1973). Dilemmas in a General Theory of Planning. *Policy Sciences*.
- Rizzoli, A. L., & Schlindwein, S. L. (2012). Modelo de sistema viável no Brasil : um levantamento sobre sua aplicação. (pp. 104-122). Poços de Caldas: PUC Minas.

Fonte:

https://www.pucpcaldas.br/graduacao/administracao/revista/artigos/esp1_8cbs/06.pdf

- Robinson, D. T. (2012). Introducing managers to the VSM using a personal VSM. *Kybernetes Vol. 42 No. 1*, pp. 125-139. doi:doi.org/10.1108/03684921311295529
- Robinson, D. T. (2013). Introducing managers to the VSM using a personal VSM. *Kybernetes*, pp. 125-139. doi:10.1108/03684921311295529
- Schlager , E., & Blomquist, W. (2008). *Embracing watershed politics*. Boulder, Colorado: University Press of Colorado.
- Schlager, E., & Blomquist, W. (2008). *Embracing Watershed Politics*. Colorado, USA: University Press of Colorado.
- Schindwein, S. L., & Ison, R. (2004). Human knowing and perceived complexity: Implications for systems practice. *E:CO Issue Vol. 6 No. 3 2004*, pp. 27-32.
- Schmeier, S. (2013). *Governing International Watercourses River Basin Organizations and the Sustainable Governance of Internationally Shared Rivers and Lakes*. Ondon: Routledge. doi:<https://doi.org/10.4324/9780203105160>
- Schwaninger, M. (2006). Design for viable organizations: The diagnostic power of the viable system model. *Kybernetes Vol. 35 No. 7/8*, pp. 955-966. doi:<https://DOI.10.1108/03684920610675012>
- Schwaninger, M. (2009). *Intelligent Organizations: Powerful Models for Systemic Management*. Springer - Verlag Berlin Heidelberg. doi:10.1007/978-3-540-85162-2
- Schwaninger, M. (2018). Systemic design for sustainability. *Sustainability Science 13*, pp. 1225–1234. doi:<https://doi.org/10.1007/s11625-018-0538-5>
- Schwaninger, M. (2019). Governance for intelligent organizations: a cybernetic contribution. *Kybernetes, Vol. 48 Issue: 1*, pp. 35-57. doi:<https://doi.org/10.1108/K-01-2018-0019>
- Schwaninger, M. (s.d.). Lecture slides. Universidade de St. Gallen, Suíça.
- Schwaninger, M., & Pérez-Rios, J. (2008). System dynamics and cybernetics: a synergetic pair. *System Dynamics Review Vol. 24, No. 2*, pp. 145–174. doi:10.1002/sdr.400
- Scott, R. W., & Meyer, J. W. (1994). *Institutional environments and organisations*. London: SAGE Publications.

- Scott, W. R. (2014). *Institutions and organizations. Ideas, interests, and identities.* . Thousand Oaks, CA: Sage.
- SEMARH. Secretária de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. (2013). *Estudo sobre a definição da metodologia da cobrança e consolidação junto ao comitê de bacia hidrográfica rio Formoso.* Prestação do Serviço de Consultoria para Elaboração de Estudo de Metodologia e Avaliação dos Impactos da Cobrança pelo Uso dos Recursos Hídricos na Bacia Hidrográfica Rio Formoso, Palmas.
- Seppälä, O. T. (2002). Effective water and sanitation policy reform implementation: need for systemic approach and stakeholder. *Water Policy* 4, pp. 367-388.
- Seppälä, O. T. (2004). Visionary management in water services: Reform and development of institutional frameworks. *Tese - Publications 457*, 300. Tampere, Finnish: Tampere University of Technology.
- Soares, R., Altafin, I., Duclos, M. T., & Dias, S. A. (2017). Privatização de companhia de estadual de saneamento: lições para novos arranjos com a iniciativa privada. *Centro de estudos em regulação e infraestrutura.* Fundação Getúlio Vargas.
- Stephens, J., & Haslett, T. (2011). A Set of Conventions, a Model: An Application of Stafford Beer's Viable Systems Model to the Strategic Planning Process. *Systemic Practice and Action Research*, pp. 429-452.
- Stoker, G. (1998). Governance as theory: five propositions. *International Social Science*, pp. 17–28.
- Tocantins. (2007). *Plano de bacia hidrográfica do rio Formoso.* Palmas: Secretaria de Recursos Hídricos e Meio Ambiente - SEMARH. Acesso em 06 de julho de 2020, disponível em www.to.gov.br/semarh/plano-da-bacia-hidrografica-do-rio-formoso/5id8zi41rwo4
- Tocantins. (2007). *Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Formoso (PBHRF).* Palmas: Secretaria de Recursos Hídricos e Meio Ambiente.
- Tocantins. (2011b). *Plano de Irrigação do Estado do Tocantins.* Palmas/TO: Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Fonte: <https://www.to.gov.br/semarh/plano-estadual-de-irrigacao/4zq5cgkdb6x8>
- Tocantins. (2020). *Inventário climático do Estado do Tocantins.* Palmas: Secretaria da Fazenda e Planejamento.
- Toral, A. A. (2004). Terras Indígenas e o Parque Nacional do Araguaia. Em R. Fany, *Terras Indígenas & Unidades de Conservação da natureza : o desafio das sobreposições* (pp. 582-501). São Paulo: Instituto Socioambiental.

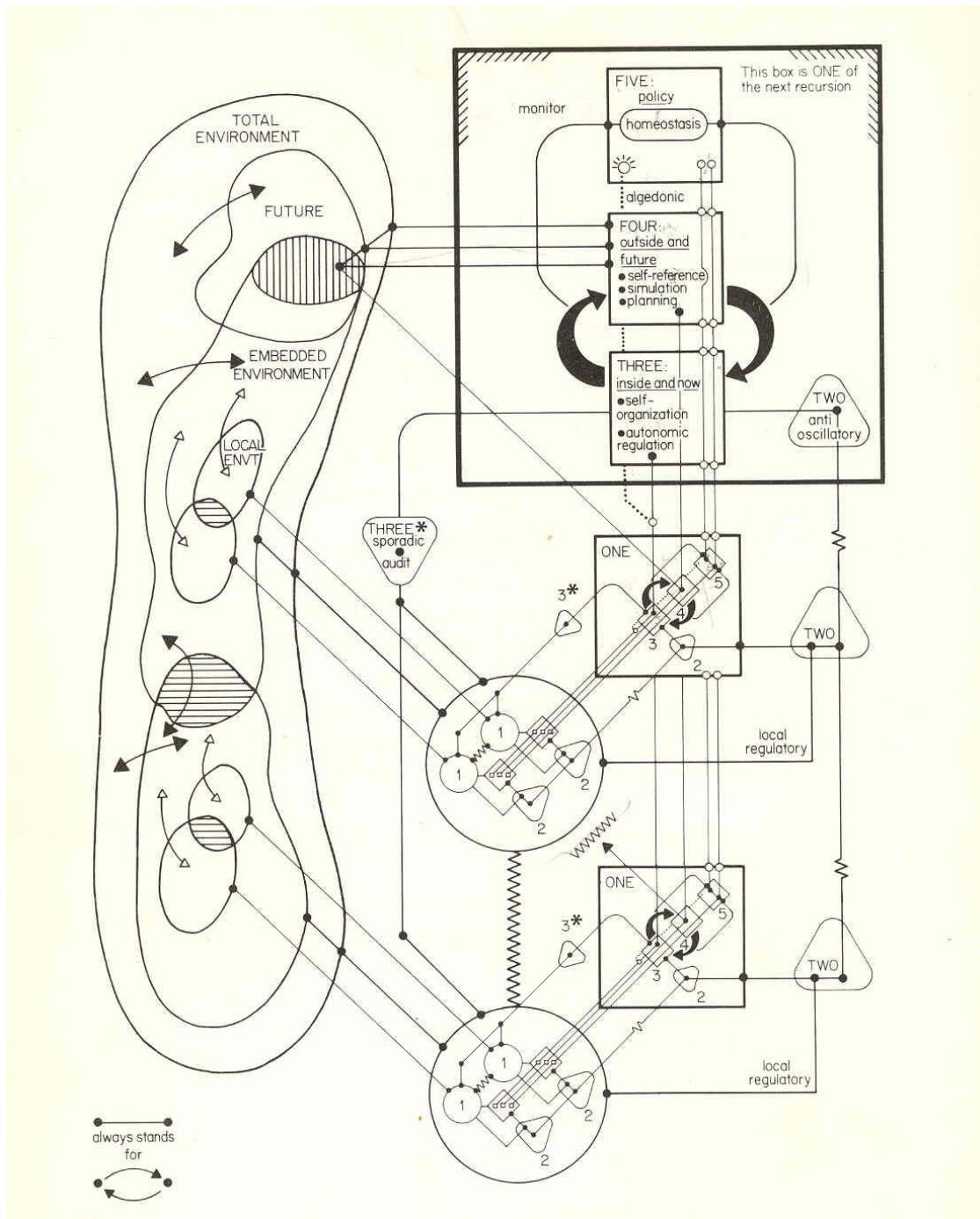
- Tyson, S., & Jackson, T. (1992). *The essence of organizational behaviour*. New York: Prentice Hall.
- UNDP. United Nations Development Programme. (1997). An Integrated Paper On The Highlights Of Four Regional Consultation Workshops on Governance for Sustainable Human Development. *Governance for Sustainable Human Development*. Fonte: <https://digitallibrary.un.org/record/3831662>
- UNESCO. (2020). *United Nations World Water Development Report: Water and Climate Change*. UN-Water. Paris: UNESCO. Acesso em 06 de julho de 2021, disponível em <https://en.unesco.org/themes/water-security/wwap/wwdr/2020#download>
- United Nations. (2006). *Water Governance for development and sustainability*. CEPAL. Santiago: United Nations.
- Valente, C. R., & Latrubesse, E. M. (2012). Fluvial archive of peculiar avulsive fluvial patterns in the largest Quaternary intracratonic basin of tropical South America: The Bananal Basin, Central-Brazil. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, *V.*, pp. 62-74. doi:10.1016/j.palaeo.2011.10.002
- Vieira, E. O. (2020). Integrated Water Resources Management: Theoretical Concepts, Basis, Responsibilities, and Challenges of IWRM. Em E. Vieira, S. Sandoval-Solis, V. Pedrosa, & J. Ortiz-Partida, *Integrated Water Resource Management* (pp. 1-12). Cham: Springer. doi:https://doi.org/10.1007/978-3-030-16565-9_1
- Vogel, E. (2012). Parcelling out the watershed: The recurring consequences of organising Columbia River management within a basin-based territory. *Water Alternatives*, *5(1)*, pp. 161–190.
- von Bertalanffy, L. (1968). *General system theory: foundations, development and applications*. New York: George Braziller.
- Wang, C., & Mukhopadhyay, A. (2012). The Dynamics of Goal Revision: A Cybernetic Multiperiod Test-Operate Test-Adjust-Loop (TOTAL) Model of Self-Regulation. *Journal of Consumer Research*, *38(5)*, pp. 815–832. doi: <https://doi.org/10.1086/660853>
- Wegerich, K. (2001). Institutional change: a theoretical approach. *Occasional Paper No 30*. (S. o. (SOAS), Ed.) London, London: Water Issues Study Group. Fonte: <https://www.soas.ac.uk/water/publications/papers/file38373.pdf>
- Wegerich, K. (2001). Institutional change: the theoretical approach. *Occasional Paper No 30*. London: University of London.

Wiener, N. (1954). *Cibernética e sociedade: o uso humano de seres humanos*. São Paulo: Cultrix.

Wittfogel, K. (1957). *Oriental despotism: a comparative study of total power*. Connecticut, USA: Yale University Press. Fonte: <https://archive.org/details/KarlAugustWittfogel-OrientalDespotism/page/n5/mode/2up#reviews>

APÊNDICES

Apêndice 1. Viable System Model por Beer (1985)



Fonte: Beer (1985)

Apêndice 2. Princípios da Organização segundo Beer (1985)

Primeiro Princípio:

Variedades gerenciais, operacionais e ambientais, difundidas por um sistema institucional, tendem a se equiparar; eles – os sistemas - devem ser projetados para fazê-lo com o mínimo de danos às pessoas e custos.

Segundo Princípio:

Os quatro canais direcionais que transportam informações entre a unidade de gestão, a operação e o ambiente devem ter, cada um, uma capacidade maior de transmitir uma determinada quantidade de informações relevantes para a seleção das variedades em um determinado momento do que o subsistema de origem tem para gerá-las no mesmo momento.

Terceiro Princípio:

Sempre que a informação transportada em um canal capaz de distinguir uma dada variedade cruza uma fronteira, ela sofre transdução; a variedade do transdutor deve ser pelo menos equivalente à variedade do canal.

Quarto Princípio:

A operação dos três primeiros princípios deve ser mantida ciclicamente ao longo do tempo sem hiato ou atrasos

Apêndice 3. Axiomas da Gestão segundo Beer (1985)

Primeiro Axioma da Gestão

A soma da variedade horizontal disposta em todos os elementos operacionais é igual à soma da variedade vertical disposta nos seis componentes verticais da coesão corporativa.

Segundo Axioma da Gestão

A variedade disposta pelo Sistema Três (S3) resultante da operação do Primeiro Axioma é igual à variedade disposta pelo Sistema Quatro (S4).

Terceiro Axioma da Gestão

A variedade disposta pelo sistema cinco (S5) é igual à variedade residual gerada pela operação do segundo axioma

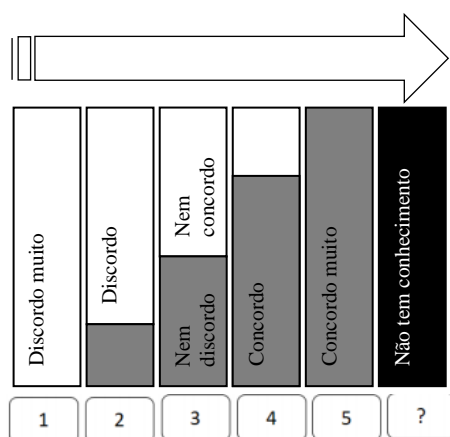
A Lei da Coesão:

A variedade do Sistema Um (S1) acessível ao Sistema Três (S3) da Recursão x é igual à variedade disposta pela soma dos metas-sistemas da Recursão e para cada par recursivo.

Apêndice 4. Questionário da pesquisa

Notas sobre o questionário:

- As perguntas foram formuladas como situações idealizadas.
- O entrevistado avalia, em que medida a afirmação corresponde à situação ideal apresentada.
- A escala cobre todo o espectro, de deficiente a bom.
- Use as escalas para avaliar em que grau a situação descrita é atendida. Onde você não puder fazer uma avaliação, faça suposições com base no que você considera apropriado.
- Use o botão "Não tenho conhecimento" apenas quando for impossível para você fazer uma suposição



Até que ponto você considera que as seguintes afirmações são atendidas pelo Sistema Estadual de Gestão dos Recursos Hídricos?

	1	2	3	4	5	?
Provisão de serviços hidrológicos						
1. A disponibilidade hídrica pode ser garantida, mantida ou mesmo recuperada por intervenções humanas de proteção e conservação, inclusive mediante práticas de gestão adequadas.						
2. Na bacia hidrográfica rio Formoso, os usuários são competentes, capazes e flexíveis para atender às exigências legais, normativas e técnicas do Sistema Estadual de Recursos Hídricos.						
Coordenação de insumos						
3. Para evitar conflitos pelo uso da água, existem funções de coordenação eficazes para acompanhar a aplicação dos instrumentos de gestão (por exemplo, a outorga pelo uso da água e plano de bacia).						
Coordenação de resultados						
4. Há supervisão de forma constante das metas e dos instrumentos da Política Estadual de Recursos Hídricos, e os possíveis desvios são identificados.						
5. Desvios significativos sempre desencadeiam medidas regulatórias ou, quando necessário, ajustes no sistema.						
Gestão operacional						
6. O Comitê de Bacia monitora e otimiza a aplicação da Política Estadual dos Recursos Hídricos como um todo - incluindo a si mesmo - por meio de medidas de controle ou alocação de recursos.						

7. As oportunidades e riscos são sempre reconhecidos e utilizados apropriadamente.						
Informações sobre gestão operacional	1	2	3	4	5	?
8. Há informações de forma organizada relativas à bacia hidrográfica do rio Formoso para a gestão e tomada de decisão.						
9. As informações relativas à bacia hidrográfica, são complementadas por meio de fiscalizações (esporádicas e surpresas), pesquisas, conversas diretas e análises.						
10. Se necessário, o Poder Outorgante aciona medidas regulatórias ou ajustes do sistema.						
Análise do ambiente e planejamento	1	2	3	4	5	?
11. O Órgão Gestor considera as dimensões político, ambiental, tecnológico, social, legal, setorial, econômica para a situação atual e futura dos recursos hídricos.						
12. O Órgão Gestor reconhece as oportunidades e riscos da gestão dos recursos hídricos.						
13. O Órgão Gestor frequentemente realiza discussões estratégicas, referentes a ajustes necessários ou novos rumos.						
Objetivo, identidade e gestão normativa	1	2	3	4	5	?
14. O Conselho Estadual de Recursos Hídricos garante a disponibilidade de diretrizes e objetivos para o Sistema Estadual de Gestão dos Recursos Hídricos.						
15. O Conselho Estadual de Recursos Hídricos possui dispositivos que garantem que o Órgão Gestor e Comitê de Bacia cooperem entre si de forma a promover a execução da Gestão Integrada dos Recursos Hídricos.						
16. O Conselho Estadual de Recursos Hídricos tem disposição e capacidade, quando necessário, de exercer autoridade e tomar decisões finais ou decisões que mudariam, fundamentalmente, as diretrizes, normas e regras.						
Princípios Recursivos...	1	2	3	4	5	?
17. As unidades representativas das atividades produtivas da bacia hidrográfica rio Formoso (por exemplo, cooperativas, associações, fazendas) são capazes de atuar de forma autônoma .						
18. As unidades subordinadas que fazem parte das atividades produtivas (por exemplo, cooperado, associado, entre outros) são capazes de agir de forma autônoma.						
Princípios de Comunicação	1	2	3	4	5	?
19. Todas as unidades do Sistemas Estadual dos Recursos Hídricos estão conectadas em redes de comunicação eficiente.						
20. Os canais de comunicação são neutros, ou seja, o conteúdo não é interrompido ou distorcido pelo processo de transmissão.						

Comentários:

Apêndice 5. Atual composição do CERH

Membros representantes do CERH	Sigla
1. Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos	SEMARH
2. Instituto Natureza do Tocantins	NATURATINS
3. Associação Tocantinense de Municípios	ATM
4. Secretariado Desenvolvimento da Agricultura e Pecuária	SEAGRO
5. Secretaria da Infraestrutura e Serviços Públicos	SEINF
6. Secretaria da Fazenda	SEFAZ
7. Secretaria da Saúde	SES
8. Procuradoria Geral do Estado	PGE
9. Comunidade Científica	UFT/Católica TO
10. Concessionária de Serviço Público de Ab. de Água	BRK Ambiental
11. Concessionária de Fornecimento de Energia Elétrica	Energisa S/A
12. Federação da Agricultura do Estado do Tocantins	FAET
13. Federação dos Trabalhadores na Agricultura do Tocantins	FETAET
14. Federação das Indústrias do Estado do Tocantins	FIETO
15. Consórcio Intermunicipal para Gestão Compartilhada da Bacia Hidrográfica do Médio Tocantins	CI - LAGO
16. Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Estado do Tocantins	CREA-TO
17. Administração Hidroviária do Tocantins e Araguaia	AHITAR
18. Organização Não Governamental	IDAHRA/AMEAMA
19. Secretaria de Estado da Indústria, Comércio e Serviços	SICS
20. Agência Tocantinense de Saneamento	ATS
21. Comitê de Bacias Hidrográficas do Estado do Tocantins	
22. Comitê de Bacias Hidrográficas do Estado do Tocantins	
23. Comitê de Bacias Hidrográficas do Estado do Tocantins	
24. Comitê de Bacias Hidrográficas do Estado do Tocantins	
25. Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil	CBM/TO
26. Federação da Agricultura do Estado do Tocantins	FAET
27. Secretariado Desenvolvimento da Agricultura e Pecuária	SEAGRO
28. Secretaria de Estado da Indústria, Comércio e Serviços	SICS
29. Secretaria da Saúde	SES
30. Federação dos Trabalhadores na Agricultura do Tocantins	FETAET
31. Conselho Reg. de Engenharia e Agronomia Tocantins	CREA – TO
32. Associação Tocantinense de Municípios	ATM
33. Agência Tocantinense de Saneamento	ATS

Apêndice 6. Atual composição do Comitê de Bacia Hidrográfica Rio Formoso

Membros do Comitê de Bacia Hidrográfica Rio Formoso (CBHRF)	Segmento
<p>Titulares:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Prefeitura Municipal de Sandolândia 2. Prefeitura Municipal de Formoso do Araguaia 3. Prefeitura Municipal de Dueré 4. Prefeitura Municipal de Crixás do Tocantins 5. Prefeitura Municipal de Gurupi 6. Prefeitura Municipal de Santa Rita do Tocantins 7. Prefeitura Municipal de Lagoa da Confusão 8. Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos 9. Instituto Natureza do Tocantins 10. Secretaria da Agricultura, Pecuária e Aquicultura 11. Secretaria da Infraestrutura, Cidades e Habitação <p>Suplentes: Prefeitura Municipal de Cariri do Tocantins, Prefeitura Municipal de Nova Rosalândia, Prefeitura Municipal de Talismã, Prefeitura Municipal de Oliveira de Fátima, Prefeitura Municipal de Alvorada, Prefeitura Municipal de Figueirópolis, Prefeitura Municipal de Fátima, Prefeitura Municipal de Araguaçu, Prefeitura Municipal de Pium e Prefeitura Municipal de Aliança do Tocantins</p>	<p>Poder Público 33,33%</p>
<p>Titulares:</p> <ol style="list-style-type: none"> 12. Associação Comunitária dos Pequenos Produtores Rurais do Assentamento Santa Rita – PA Santa Rita 13. Associação do Povo Indígena Krahô-Kanela –Aldeia Câtamjê - APOINKK 14. Associação Empresarial Comercial e Industrial de Lagoa da Confusão -AECILC, 15. Associação Filhos do Cerrado, 16. Associação dos Produtores Rurais do Projeto São Judas Tadeu - PA São Judas, 17. Centro de Diretos Humanos de Formoso do Araguaia, 18. Sindicato dos Trabalhadores e Trabalhadoras Rurais, Agricultores e Agricultoras Familiares de Formoso do Araguaia - STTRs 19. Universidade Federal do Tocantins - Campus de Gurupi, Associação Comunitária Amigos da Lagoa 20. Associação da Região dos Sete Lagos e Cooperativa dos Produtores de Açúcar - Coopsanter <p>Suplentes: Associação dos Pequenos Produtores Rurais de Pium e Região, Associação Firmino Prudêncio do Assentamento Padre Josino - AFPAPJ, Associação de Produtores Rurais de Cariri do Tocantins - PA Coimbra, Associação dos Pequenos Produtores Rurais de Aliança do Tocantins – APRAT, Associação dos Micros e Pequenos Produtores e Produtoras Familiares Rurais do PA Lago Verde, Grupo Raiz da Terra -Anjos da Selva, Associação São José - PA Itimirim, Fundação Unirg, Associação dos Pequenos Produtores Rurais Estrela Guia - PA Renascer, Sindicato Regional dos Trabalhadores Rurais, Agricultores e Agricultoras Familiares de Araguaçu, Talismã e Sandolândia e Associação Anjos da Selva - Rádio Talismã FM 87,9</p>	<p>Sociedade Civil 33,33%</p>

<p>Titulares:</p> <ol style="list-style-type: none"> 21. Cooperativa Agroindústria Rio Formoso LTDA - COOPERFORMOSO 22. Distrito de Irrigação Rio Formoso – DIRF 23. Cooperativa Mista Rural Lagoa 24. Grande LTDA – COOPERGRAN 25. Alfredo Carlos da Silva Junior (Fazenda Capim Dourado) 26. Agropecuária Ilha do Formoso LTDA 27. Fazenda Dois Rios LTDA 28. Associação dos Produtores Rurais do Vale do Rio Urubu – AVAU 29. Cereais Vale do Javaés Agroindustrial S/A, 30. Associação dos Produtores do Sudoeste do Tocantins - APROEST, Fazenda Canaã 31. Xavante Agroindustrial de Cereais S/A <p>Suplentes:</p> <p>Fazenda São Bento/Santa Luzia, Sindicato Rural de Figueirópolis, Sindicato Rural de Lagoa da Confusão, André Miranda Mendonça, Fazenda Fortaleza, Unigel Indústria e Comércio de Sementes LTDA, NelsonAlves Moreira e Outros, Sementes Vale do Javaés LTDA, Diamante Agrícola S/A, Cooperativa Mista Rural Vale do Javaés LTDA - COOPERJAVA e BRK Ambiental</p>	<p>Usuários 33,33%</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------

Apêndice 7. Plano de ação e prioridades do PBHRF

COMPONENTE I: AÇÕES E INTERVENÇÕES VOLTADAS AO DESENVOLVIMENTO SETORIAL SUSTENTÁVEL										
PROGRAMAS SETORIAIS	PLANOS DE AÇÕES PROPOSTAS		Prazo de Execução (anos)	Custo (R\$)	Principal Instituição Responsável	Meta de Implantação	Hierarquização			
	Nº	DENOMINAÇÃO					Técnica	Sociedade		
AGRICULTURA IRRIGADA E DESENVOLVIMENTO REGIONAL SUSTENTÁVEL	1	Incremento das Disponibilidades Hídricas através de Reservatórios Reformulação e Complementação da Infra-estrutura Hídrica de Uso Comum do Projeto de Irrigação Rio Formoso	25	359.593.056,00	SRHMA	2035	3	4		
	2	Racionalização Quantitativa das Demandas Hídricas para Irrigação	1,5	301.069.906,00	SRHMA/MI	2009	2	5		
	3	Desenvolvimento da Pesca e Aquicultura	5	114.180,00	SRHMA	2025	1	1		
	4	Desenvolvimento de Atividades de Lazer e Ecoturismo	8	2.708.716,00	SRHMA/SEAGRO	2025	5	3		
	5	Complementação dos Sistemas de Abastecimento Público de Água	5	255.000,00	ADTUR	2025	4	2		
	6	Implantação de Sistemas de Coleta e Tratamento de Esgotos Sanitários Urbanos	20	28.655.062,00	SANEATINS	2025	4	3		
	7	Coleta e Destinação Final dos Resíduos Sólidos Urbanos	20	17.012.412,00	SANEATINS	2025	1	1		
	8	Implantação de Sistemas de Drenagem Urbana	15 (a partir de 2020)	10.424.414,00	Prefeituras Municipais	2025	2	2		
	9	Mitigação das Cargas Poluidoras Provenientes da Agricultura e da Pecuária	5	355.260,00	Prefeituras Municipais	2035	5	5		
	10	Preservação de Matas Ciliares, Áreas de Nascentes e Ipuacas	2 (Fase 1)	934.094,00 (Fase 1)	SRHMA-SEAGRO	2035	3	1		
	11	Controle da Erosão e do Assoreamento	5	*	Ruralitins/ Prefeituras	2035	2	3		
	12	Educação Ambiental Voltada aos Recursos Hídricos	17	1.936.992,00	Prefeitura Municipal	2025	1	2		
	COMPONENTE II: AÇÕES VOLTADAS À GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS									
DESENVOLVIMENTO E IMPLEMENTAÇÃO DOS INSTRUMENTOS DE GESTÃO DAS ÁGUAS	14	Cadastro de Usuários, Outorga de Direito e Fiscalização do Uso das Águas	10 meses	136.500,00	Naturatins	2015	1	1		
	15	Cobrança pelo Uso da Água Bruta e Compensações Econômicas	9 meses	92.500,00	SRHMA	2035	3	3		
	16	Integração e Articulação com os Planos e Planejamentos de Recursos Hídricos Existentes ou em Elaboração	1	50.200,00	SRHMA	2011	2	2		
	17	Estruturação do Comitê de Gerenciamento da Bacia - CBHF	5	**	SRHMA	2015	1	1		
IMPLEMENTAÇÃO DA ESTRUTURA ORGANIZACIONAL NECESSÁRIA	18	Instalação da Respeitiva Agência de Bacia	1	442.800,00	SRHMA	2035	2	2		
	COMPONENTE III: AÇÕES DE APOIO À IMPLEMENTAÇÃO DO PLANO									
	AMPLIAÇÃO E ACOMPANHAMENTO DA BASE DE CONHECIMENTOS SOBRE RECURSOS HÍDRICOS	19	Estruturação do Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos	3	5.959.776,00	SRHMA	2025	2	2	
20		Complementação do Sistema de Monitoramento dos Recursos Hídricos	1	399.928,00 (implantação) 2.339.824,00 (até 2015)	SRHMA	2025	1	1		
DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO E CAPACITAÇÃO TÉCNICA	21	Desenvolvimento Tecnológico e dos Recursos Humanos da Região	10	487.000,00	SRHMA	2035	3	2		
	22	Capacitação Técnica e Material do Órgão Gestor dos Recursos Hídricos	8	1.340.904,00	SRHMA/NATURATINS	2011	2	3		
	23	Mobilização e Comunicação Social para Gestão Participativa	8	689.660,00	SRHMA/ Comitê	2035	1	1		

* Custo compartilhado com o Plano 10

** Custo compartilhado com o Plano 23

Apêndice 8. Quadro de metas do Comitê de Bacia Hidrográfica Rio Formoso-Procomitê

PROCOMITÊS: QUADRO DE INDICADORES E METAS - FORMULÁRIO INDIVIDUAL DO COMITÊ											
ID	UF	NOME DO CBH		NÍVEL INICIAL							
3	TO	CBH do Rio Formoso		4							
COMPONENTE I: Funcionamento											
Indicador	Descrição da Meta			PACTUAÇÃO: Metas a serem VERIFICADAS (alcançadas ou mantidas) em cada Ciclo				Condições de Exigibilidade e Critérios de Aferição			
I.1	Aprovação do Quadro de Indicadores e Metas pelo Conselho Estadual, como requisito parcial para a contratação			2018	2019	2020	2021	2022	pré-requisito para a contratação / obrigatória /		
I.2	Instrumento formal de criação			X	X	X	X	X	obrigatória / aferida em todos os ciclos		
I.3	Regimento Interno			X	X	X	X	X	obrigatória / aferida em todos os ciclos		
I.4	Mandatos e processos eleitorais			X	X	X	X	X	obrigatória / aferida em todos os ciclos (aferida a partir do Ano 2, para Comitê de condição inicial "Nível 1") / admite cumprimento parcial (indicar % de atendimento)		
I.5	Reuniões ordinárias			X	X	X	X	X	obrigatória / aferida em todos os ciclos (aferida a partir do Ano 2, para Comitê de condição inicial "Nível 1") / admite cumprimento parcial (indicar % de atendimento)		
I.6	Quórum			X	X	X	X	X	obrigatória / aferida em todos os ciclos (aferida a partir do Ano 2, para Comitê de condição inicial "Nível 1") / admite cumprimento parcial (indicar % de atendimento)		
I.7	Conformidade Documental			X	X	X	X	X	obrigatória / aferida em todos os ciclos (aferida a partir do Ano 2, para Comitê de condição inicial "Nível 1") / admite cumprimento parcial (indicar % de atendimento)		
I.8	Plano de Trabalho e Relatório de Atividades			X	X	X	X	X	obrigatória / aferida em todos os ciclos (aferida a partir do Ano 2, para Comitê de condição inicial "Nível 1") / admite cumprimento parcial (indicar % de atendimento)		
I.9	Apoio técnico e logístico			X	X	X	X	X	obrigatória / aferida em todos os ciclos		
COMPONENTE II: Capacitação											
Indicador	Descrição da Meta			PACTUAÇÃO: Metas a serem VERIFICADAS (alcançadas ou mantidas) em cada Ciclo				Condições de Exigibilidade e Critérios de Aferição			
II.1	Capacitação de membros novos			X	X	X	X	X	obrigatória / aferida em todos os ciclos, quando requerida (a partir do Ano 2, para Comitê de condição inicial "Nível 1") / admite cumprimento parcial (indicar % de atendimento)		
II.2	Plano de Capacitação (aprovação/revisão)			X	X	X	X	X	obrigatória / aferida anualmente a partir do Ano 2 (a partir do Ano 3, para Comitê de condição inicial "Nível 1")		
II.3	Implementação e Monitoramento do Plano de Capacitação			X	X	X	X	X	obrigatória / aferida anualmente a partir do Ano 2 (a partir do Ano 3, para Comitê de condição inicial "Nível 1" ou "Nível 2") / admite cumprimento parcial (indicar % de atendimento)		
COMPONENTE III: Comunicação											
Indicador	Descrição da Meta			PACTUAÇÃO: Metas a serem VERIFICADAS (alcançadas ou mantidas) em cada Ciclo				Condições de Exigibilidade e Critérios de Aferição			
III.1	Site Eletrônico ou página pública em rede social			X	X	X	X	X	obrigatória / aferida em todos os ciclos (a partir do Ano 2, para Comitê de condição inicial "Nível 1") / admite cumprimento parcial (indicar % de atendimento)		

III.2	Plano de Comunicação (aprovação/revisão)	Plano de Comunicação, elaborado para o Comitê de acordo com as suas necessidades e peculiaridades, aprovado e vigente. (o Plano de Comunicação deverá ser revisado ou validado a cada ciclo)	X	X	X	X	X	obrigatória / aferida anualmente a partir do Ano 2 (a partir do Ano 3, para Comitê de condição inicial "Nível 1")	
III.3	Implementação do Plano de Comunicação	Ações previstas no Plano de Comunicação encontram-se em implementação conforme cronograma (indicar % de atendimento)	X	X	X	X	X	obrigatória / aferida anualmente a partir do Ano 2 (a partir do Ano 3, para Comitê de condição inicial "Nível 1" ou "Nível 2") / admite cumprimento parcial (indicar % de atendimento)	
COMPONENTE IV: Cadastro Nacional de Instâncias Colegiadas do SINGREH - CINCO									
Indicador			Meta a serem VERIFICADAS (alcançadas ou mantidas) em cada Ciclo					Condições de Exigibilidade e Critérios de Aferição	
Descrição da Meta			2018	2019	2020	2021	2022		
IV.1	Conhecimento dos membros (entidades e representantes)	Manutenção de base de dados e informações atualizada, contendo a composição do Comitê, entidades e membros, titulares e suplentes, mandatos, endereços, status de capacitação, dentre outras informações, conforme padrão definido pela ANA	X	X	X	X	X	obrigatória / aferida em todos os ciclos (a partir do Ano 2, para Comitê de condição inicial "Nível 1")	
IV.2	Conhecimento da Atuação	Manutenção de base de dados e informações atualizada, contendo o registro da atuação do Comitê (convocatórias, atas, resoluções, moções, relatórios de atividades), conforme padrão definido pela ANA	X	X	X	X	X	obrigatória / aferida em todos os ciclos (a partir do Ano 2, para Comitê de condição inicial "Nível 1")	
IV.3	Conhecimento dos Instrumentos	Manutenção de base de conhecimento atualizada, considerando o status da implementação e ao menos os conteúdos afetos aos instrumentos de gestão sob governabilidade do Comitê (Plano, Enquadramento, Cobrança)	X	X	X	X	X	obrigatória / aferida em todos os ciclos (a partir do Ano 2, para Comitê de condição inicial "Nível 1" ou "Nível 2")	
COMPONENTE V: Instrumentos									
Indicador			Meta a serem VERIFICADAS (alcançadas ou mantidas) em cada Ciclo					Condições de Exigibilidade e Critérios de Aferição	
Descrição da Meta			2018	2019	2020	2021	2022		
V.1	TDR para Plano e/ou Enquadramento	Aprovação de TDR para elaboração de Plano e/ou Enquadramento	X	X	X	X	X	obrigatória para comitês sem Plano vigente / aferição NO ciclo negociado e subsequentes (Negociado até Ano 3, para Comitê com nível inicial "Nível 1", Até Ano 2, para os demais. Negociável em qualquer ciclo, para planos com vigência por expirar no horizonte do Programa). (TDR já elaborado deverá ser comprovado conforme IV.3).	
V.2	Plano Aprovado	Plano de Recursos Hídricos da bacia hidrográfica aprovado pelo Comitê, em conformidade com os normativos estaduais pertinentes						obrigatória para Comitê sem Plano vigente / aferição NO ciclo negociado e subsequentes (Até Ano 5, para Comitê com início "Nível 1", Até Ano 4, para os demais. (Plano vigente deverá ser comprovado conforme IV.3).	
V.3	Enquadramento Aprovado	Proposta de Enquadramento dos corpos d'água aprovada pelo Comitê, incluindo plano de efetivação, em conformidade com os normativos estaduais pertinentes.						obrigatória para Comitê com nível inicial a partir de "N3", em bacia compartilhada, sem Enquadramento vigente / aferição NO ciclo negociado e subsequentes. (Enquadramento vigente deverá ser comprovado conforme IV.3).	
V.4	Estudos para implementação de Cobrança	Elaboração de estudos para implementação da cobrança na bacia hidrográfica, em conformidade com os normativos estaduais pertinentes.						obrigatória para comitês sem cobrança implementada / aferição NO ciclo negociado (até Ano 4, para comitês em bacia compartilhada) e subsequentes. (Estudos de Cobrança já realizados deverão ser comprovados conforme IV.3).	
V.5	Aprovação de Cobrança	Cobrança aprovada na bacia hidrográfica, em conformidade com os normativos estaduais pertinentes.						obrigatória para comitês com nível inicial a partir de "N3", em bacia compartilhada, sem cobrança implementada / aferição NO ciclo negociado e subsequentes. (Cobrança implementada deverá ser comprovada conforme IV.3).	
V.6	Revisão do Plano	Revisão de Plano elaborada e aprovada pelo Comitê, em conformidade com os normativos estaduais pertinentes.	X	X	X	X	X	não obrigatória, exceto em caso de Plano com vigência por expirar na horizonte do Programa, ou Plano requerendo adequação / pode ser adotada em substituição à V.2 / aferição NO ciclo negociado	
V.7	Revisão do Enquadramento	Revisão de Proposta de Enquadramento dos corpos d'água elaborada e aprovada pelo Comitê, incluindo plano de efetivação, em conformidade com os normativos estaduais pertinentes.						não obrigatória, exceto em caso de Enquadramento com vigência por expirar na horizonte do Programa, ou requerendo adequação / pode ser adotada em substituição à V.3 / aferição NO ciclo negociado	

Continuação...

V.8	Revisão da Cobrança	Revisão de mecanismos e/ou valores de cobrança aprovada pelo Comitê, em conformidade com os normativos estaduais pertinentes.						não obrigatória / pode ser adotada em substituição à V.4 e/ou V.5 / aferição NO ciclo negociado
V.9	Indicador Adicional 1	Estabelecimento de parcerias com as prefeituras da bacia, visando diagnosticar a situação dos recursos hídricos no âmbito de cada município e implementação de cartilhas de educação ambiental na rede de ensino municipal. A atividade deve ser prevista e caracterizada no Plano de Trabalho Anual, além de registrada a sua efetiva realização no Relatório Anual de Atividades, previstos no indicador I.8.	X	X	X	X	X	não obrigatória / aferição nos ciclos que forem negociados
V.10	Indicador Adicional 2	Mobilização para ampliação da área de atuação do comitê, agregando áreas das bacias dos rios Javaz e Iplum. A atividade deve ser prevista e caracterizada no Plano de Trabalho Anual, além de registrada a sua efetiva realização no Relatório Anual de Atividades, previstos no indicador I.8.	X	X	X	X	X	não obrigatória / aferição nos ciclos que forem negociados

Indicador	Descrição da Meta	PACTUAÇÃO: Metas a serem VERIFICADAS (alcançadas ou mantidas) em cada Ciclo					Condições de Exigibilidade e Critérios de Aferição	
		2018	2019	2020	2021	2022		
VI.1	Ações conjuntas de Acompanhamento e Avaliação	Atender às convocações ou solicitações do Conselho Estadual, do Órgão / Entidade Estadual ou da ANA, indicando representantes para participar das atividades de acompanhamento e avaliação da implementação do PROCOMITÊS	X	X	X	X	X	obrigatória / aferida em todos os ciclos
VI.2	Avaliação da efetividade do programa	Responder questionário ou outro documento formulado pela ANA, ou ainda participar de atividade proposta pela ANA, como subsídio para avaliação da efetividade das ações do Programa	X	X	X	X	X	obrigatória / aferida em todos os ciclos
VI.3	Autoavaliação do Comitê	Responder questionário ou outro documento formulado pela ANA, ou ainda participar de atividade proposta pela ANA, como subsídio para avaliação da atuação do comitê no âmbito do Sistema Estadual de Recursos Hídricos	X	X	X	X	X	obrigatória / aferida em todos os ciclos (a partir do Ano 2, para Comitê de condição inicial "Nível 1")
VI.4	Acompanhamento do PROCOMITÊS pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos	Acompanhar o processo de implementação do Programa em cada comitê, mediante a constituição de Grupo de Trabalho, Câmara Técnica Temporária ou outra instância específica no âmbito do Conselho Estadual de Recursos Hídricos.	X	X	X	X	X	obrigatória / aferida em todos os ciclos
VI.5	Certificação das Metas pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos	Metas do comitê aferidas e certificadas pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos	X	X	X	X	X	obrigatória / aferida em todos os ciclos

Fonte: disponível em <https://www.gov.br/ana/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/procomites/estados/to/to> acesso em 11/01/2022

Apêndice 9. Mapeamento institucional do nível do governo central na América Latina:
principais características e observações

3.2. Institutional mapping at central government level: main features and observations

Table. 2. Water policy at CENTRAL level in LAC countries: a diversity of situations

Country of region	Unitary, federal or quasi-federal country	Number of principal actors in design and implementation	Number of actors in regulation	Role of central government (dominant actor, joint role with local actors, none)	Means of defining roles	Specific water regulatory agency (yes/no)
Peru	Unitary	13	10	Dominant	Constitution Law Ad hoc	Yes
Chile	Unitary	12	10	Dominant	Law Ad hoc	Yes
Costa Rica	Unitary	7	6	Dominant	Constitution Law	Yes
Brazil	Federal	7	5	Joint	Constitution Law	Yes
Honduras	Unitary	7	7	Joint	Constitution Law	Yes
Nicaragua	Unitary	7	6	Joint	Constitution Law	Yes
Cuba	Unitary	6	6	Dominant	Constitution Law	No
Argentina	Federal	5	3	Joint	Constitution Law Ad hoc	No
Guatemala	Unitary	5	3	Joint	Constitution Law	No
Dominican Republic	Unitary	4	9	Dominant	Law	Yes
El Salvador	Federal	4	5	Dominant	Constitution Law Ad hoc	Yes
Mexico	Federal	4	4	Dominant	Constitution Law Ad hoc	Yes
Panama	Unitary	4	7	Dominant	Constitution Law	Yes

Fonte: Akhmouch (2012)